# PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 20. 15. Oktober 1904. 5. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 21 (Extranummer gelegentlich der Naturforscherversammlung) am 12. Oktober, für No. 22 am 26. Oktober 1904.

INHALT:

**Originalmitteilungen:**
C. Liebenow, Notiz über die Radiummenge der Erde. S. 625.
J. Härdén, Beitrag zur Kenntnis der Wirkungsweise des Kohärers. S. 626.
G. Seibt, Über den Zusammenhang zwischen dem direkt und dem induktiv gekoppelten Sendersystem für drahtlose Telegraphie. S. 627.
R. Gans, Die ponderomotorischen Kräfte, welchen ein homogenes Dielektrikum in einem elektromagnetischen Felde unterworfen ist. S. 627.
W. Rogowski, Ein Beitrag zur graphischen Behandlung eines Sternsystems. S. 628.
K. Honda u. S. Shimizu, Erwiderung auf Herrn Prof. Heydweillers Bemerkungen über die Existenz von Villaris kritischem Punkt bei Nickel. S. 631.
A. L. Bernoulli, Optische Reflexionskonstanten und elektromotorischer Zustand beim Chrom. S. 632.
E. Hertzsprung, Zur Strahlung der Hefnerlampe. S. 634.
K. R. Johnson, Eine Bemerkung zu den Dimensionssystemen der Physik. S. 635.
E. van Aubel, Über die spezifische Wärme der Metallsulfide und das Joule-Neumann-Koppsche Gesetz. S. 636.
E. van Aubel, Über die Zersetzung von Jodoform unter der Einwirkung von Sauerstoff und von Lichtstrahlen. S. 637.
C. Dempwolff, Ionenwanderung im Methylalkohol als Lösungsmittel. S. 637.

**Besprechungen:**
H. Bruns, Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens. S. 641.
W. Borchers, Die Beziehungen zwischen Äquivalentvolumen und Atomgewicht. S. 643.
Br. Kolbe, Einführung in die Elektrizitätslehre I. S. 643.
F. Schoedler, Das Buch der Natur. III, 1. S. 644.
S. Valentiner, Die elektromagnetische Rotation und die unipolare Induktion. S. 644.
P. Gerber, Über den Einfluss der Bewegung der Körper auf die Fortpflanzung der Wirkungen im Äther. S. 644.
W. Voigt, Thermodynamik. I, 1. S. 644.
G. Tammann, Krystallisieren und Schmelzen. S. 645.
W. Ostwald u. R. Luther, Hand- und Hülfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen. S. 645.
V. Engelhardt, Hypochlorite und elektrische Bleiche. S. 645.
H. Becker, Die Elektrometallurgie der Alkalimetalle. S. 646.
T. Ulke, Die elektrolytische Raffination des Kupfers. S. 646.
W. Pfannhauser, Die Galvanoplastik. S. 646.
P. Ferchland, Die elektrochemische Industrie Deutschlands. S. 646.
P. Hanneke, Die Herstellung von Diapositiven. S. 646.
F. Löscher, Leitfaden der Landschaftsphotographie. S. 646.
L. Amaduzzi, Das Selen. S. 647.
A. Righi, Das Radium. S. 647.
E. Ruhmer, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung, mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlen-Technik. S. 647.

**Berichtigung.** S. 648.
**Personalien.** S. 648.
**Gesuche.** S. 648.

# ORIGINALMITTEILUNGEN.

## Notiz über die Radiummenge der Erde.

Von C. Liebenow.

Am Schlusse seiner umfangreichen Untersuchungen über die radioaktive Emanation der Wasser- und Ölquellen wirft F. Himstedt (d. Zeitschr. **5**, 210, 1904) die Frage auf, ob nicht möglicherweise die radioaktiven Bestandteile der Erde bei der Erklärung der Erdtemperatur in Betracht zu ziehen wären. Aus der starken Aktivität der Thermalquellen schliesst er auf grössere Mengen radioaktiver Stoffe in der Tiefe und hält es nicht für unmöglich, dass deren Hauptbestandteil Radium sei. Ebenso haben schon früher Elster und Geitel gezeigt (diese Ztschr. **5**, 17, 1904), dass die Emanationen von Fango und der gewöhnlichen Ackererde, sowie der in der Boden- und Freiluft gefundenen in ihrem Abklingen dem Curieschen Gesetz für die Emanation des Radiums folgen. Sie halten daher das Radium ebenfalls für sehr weit verbreitet.

Unter diesen Umständen ist vielleicht ein kurzer Hinweis nicht ohne Interesse, dass eine relativ sehr kleine Radiummenge in der Erde hinreichen würde, ihre Temperatur im Innern konstant zu erhalten.

Die von der Erde beständig abgegebene Wärme steigt im wesentlichen als ein konstanter Wärmestrom durch die Erdkruste aus der Tiefe empor, der in der sogenannten geothermischen Tiefenstufe seinen merkbaren Ausdruck findet. Gegen diesen Wärmestrom dürften sonstige gelegentliche Wärmeabgaben, wie bei vulkanischen Ausbrüchen etc. im grossen und ganzen völlig verschwinden.

Leider ist die mittlere Leitfähigkeit der Erdkruste für Wärme wenig bekannt. Für Granit hat F. E. Neumann[1]) den Wert des Ausdrucks $\frac{k}{c\delta}$ zu 0,01094 bestimmt, in welchem $k$ die Leitfähigkeit in ccm/Sek., $c$ die Wärmekapazität und $\delta$ die Dichte des Granits bezeichnen. Nimmt man $c$ zu 0,2 und $\delta$ zu $2\frac{1}{2}$ bis 3 an, so erhält man für $k$ etwa 0,006. Neuerdings hat H. Hecht (Ann. d. Phys. **14**, 1008, 1904) die Neumannsche Methode verbessert. Er erhält an einer Reihe schlechter Leiter, wie Marmor, Basalt etc., ganz ähnliche Werte. Im allgemeinen sind sie etwas kleiner, nur für Basalt mit Granaten wurde ein grösserer Wert

1) Ann. chim. phys. (3) **66**, 183, 1862; Phil. Mag. (4) **25**, 63, 1863.

(nämlich 0,0075) gefunden. Unter diesen Umständen darf man wohl ein wenigstens der Grössenordnung nach richtiges Resultat erwarten, wenn man für eine Überschlagsrechnung für die Wärmeleitfähigkeit der Erdkruste im Mittel 0,006 ccm/Sek. und ebenso für das Temperaturgefälle den mittleren Wert der Beobachtungen, nämlich 1° Cels. für ca. 30 m, annimmt.

Bezeichnet man die spez. Leitfähigkeit für die Wärme mit , das Temperaturgefälle per cm mit $\tau$ und den Erdumfang in cm mit $u$, so erhält man für die Wärmemenge $w$, welche per Sekunde von dem Erdinnern abgegeben wird,

$$w = \frac{\lambda \tau u^2}{\pi} = \frac{0,006}{3000} \cdot \frac{(4 \cdot 10^9)^2}{3,14}$$
$$= \text{rund } 10^{13} \text{ Grammkalorien oder}$$
$$= 10^{10} \text{ Kilogrammkalorien}$$

per Sekunde.

Diese Wärmemenge soll durch Radium ersetzt werden, und da nach den neuesten Untersuchungen von F. Paschen[1]) 1 g Radium 226 Grammkalorien per Stunde erzeugt, so liefern 16 g Radium 1 Grammkalorie per Sekunde. Mithin kann die Erde höchstens rund $2 \cdot 10^{11}$ g Radium enthalten, da ihre Temperatur anderenfalls noch beständig wachsen müsste.

Denkt man sich diese Menge durch die ganze Erde gleichmässig verteilt, so entfallen auf 1 cbm, da der Erdinhalt etwa $10^{21}$ cbm beträgt, rund $2 \cdot 10^{-7}$ g, d. i. ein Fünftausendstel Milligramm per Kubikmeter.

Aus den Angaben von Elster und Geitel (loc. cit. S. 15 u. 19) muss man schliessen, dass die von ihnen untersuchten Erdarten etwa den tausendfachen Betrag enthielten. Wenn daher Himstedt auf grössere Mengen in der Tiefe schliesst, als an der Erdoberfläche, so kann das Radium unmöglich durch die ganze Erde gleichmässig verteilt sein, sondern es muss sich sein Vorkommen oder wenigstens seine Zersetzung im wesentlichen auf die Nähe der Erdoberfläche beschränken.

Aber auch in diesem Falle ist seine Anhäufung nicht gross. Denn es entfallen bei einer Oberfläche der Erde von rund $5 \cdot 10^{11}$ qm ca. 0,4 g Radium auf den Quadratmeter, welche z. B. in einer Schicht Joachimsthaler Pechblende von ca. 6 cm (spez. Gew. der Pechblende 5—9) enthalten sein würden. Betrüge daher der Fehler obiger Überschlagsrechnung auch eine Zehnerpotenz, was schwerlich der Fall ist, so bleibt die Radiummenge unter der Erdoberfläche immer noch klein.

Soviel aber scheint aus dem Obigen ziemlich sicher hervorzugehen, dass zur Erhaltung der Temperatur des Erdinnern die radioaktiven Stoffe, deren Vorhandensein in der Erde zum mindesten sehr wahrscheinlich ist, auch quantitativ ausreichen. Wenn sie aber in der That die Ursache der Erdwärme sind, und wenn sie, wie es scheint, nur in der Nähe der Erdoberfläche in einigermassen gleichmässiger Verteilung vorkommen sollten, so ist für die Erdtemperatur eine Zunahme nach der Tiefe auch nur in der Nähe der Erdoberfläche vorhanden. Unterhalb des Gebietes der radioaktiven Massen würde vielmehr die Temperatur des ganzen, grossen eigentlichen Erdinnern den gleichen, vielleicht nicht allzu hohen Maximalwert besitzen.

Wilmersdorf b. Berlin, den 20. Sept. 1904.

(Eingegangen 27. September 1904.)

1) Diese Zeitschr. **5**, 563, 1904.

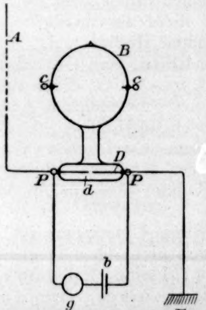
---

## Beitrag zur Kenntnis der Wirkungsweise des Kohärers.

Von Joh. Härdén.

Durch frühere Untersuchungen veranlasst, habe ich in der elektrotechnischen Zeitschrift **21**, 272, 1900 die Ansicht ausgesprochen, dass die Wirkung des gewöhnlichen Metallfritters darauf zurückzuführen wäre, dass kleine Fünkchen, verursacht durch das hohe Potential der Antenne, den Zwischenraum im Kohärer überbrückt und eine metallische Verbindung zurücklässt, die dann den Ortsstrom passieren lässt. Diese Fünkchen sind in der Regel so klein, dass man sie nur im Dunkelzimmer mit ausgeruhtem Auge und nur mit Hilfe des Mikroskops wahrnehmen kann.

Diese Ansicht hat zu nachfolgendem Versuch veranlasst. Wenn der Vorgang sich so abspielt wie oben erwähnt, so muss ein Kohärer, der nur eine Kontaktstelle besitzt, besser wirken als unter Atmosphärendruck im luftverdünnten Raume, d. h. bei jenem Drucke, bei welchem die grösste Leitfähigkeit eintritt. Dieser beträgt bekanntlich ca. 0,3 mm *Hg*. Die Versuchsanordnung ist in der Figur dargestellt. Die Kontaktstelle *d* befindet sich in einem zuge-



schmolzenen Glasrohr $D$ und besteht aus zwei einander gegenüberstehenden Platindrähten, die etwa 0,2 mm voneinander entfernt sind. Das Rohr $D$ ist mit einem grösseren Gefäss $B$ verbunden und das Ganze mittels der Luftpumpe evakuiert. Während des Auspumpens war ein kleines Induktorium an den Elektroden $c$ $c$ angeschlossen und wurde die Röhre dann abgeschmolzen, wenn die mit dem Induktorium geprüfte Leitfähigkeit am grössten war.

Alsdann wurde der eine Platindraht $p$ mit dem Luftleiter $A$ sowie mit dem Galvanometer $g$ verbunden. Die andere Seite des Galvanometers führte zu einem Pol der Batterie $b$, deren anderer Pol mit dem zweiten Platindraht $p$ und mit der Erde in Verbindung stand. Das Galvanometer zeigte keinen Ausschlag, erst wenn ein Wellenzug die Antenne $A$ traf, erfolgte ein kräftiger Ausschlag, der so lange anhielt, als die Antenne von den Wellen bestrahlt wurde. Nach Aufhören der Wellen ging der Ausschlag von selbst zu Null herab, ohne dass die Röhre erschüttert zu werden brauchte.

Dieser Versuch zeigt, dass das hohe Potential der Antenne den Zwischenraum überbrückt und zwischen den Platindrähten eine leitende Verbindung herstellt, die den Ortsstrom passieren lässt. Wenn der Vorgang sich in einer Quecksilberlampe abspielt, so zündet, wie ein Versuch leicht zeigt, ein Wellenzug den Lichtbogen an, wenn eine Gleichstromspannung von 200 Volt an die Lampe angelegt ist. Jedoch ist der Widerstand der kalten Quecksilberlampe sehr gross, weshalb der Versuch nur mit sehr starken Wellenzügen gelingt.

Schenectady, 27. Juli 1904.

(Eingegangen 5. August 1904.)

## Über den Zusammenhang zwischen dem direkt und dem induktiv gekoppelten Sendersystem für drahtlose Telegraphie.

(Erwiderung auf die Bemerkung des Herrn J. Zenneck.)

Von Georg Seibt.

Herr Zenneck bemerkt auf Seite 575, **5**, 1904 dieser Zeitschrift, dass er bereits vor mir auf den Zusammenhang der beiden Koppelungsarten hingewiesen habe.

Ich vermag aus der von ihm angeführten Litteraturstelle nur zu entnehmen, dass nach seiner Ansicht die beiden Fälle nur nahezu Identisches ergeben, und dass ein, wenn auch kleiner Unterschied zwischen beiden bestehen bleibt. Die Schlussfolgerung, welche Herr Zenneck in seiner Bemerkung zu meiner Abhandlung zieht, dass nämlich bei Vernachlässigung der Widerstände die galvanische Koppelung und damit der einzige Unterschied zwischen beiden Schaltungsarten wegfällt, ist in seiner Originalarbeit nicht enthalten.

Wenn übrigens eine derartige, allgemein gehaltene Bemerkung zur Begründung eines Prioritätsanspruches herangezogen werden soll, so möchte ich auch meinerseits darauf aufmerksam machen, dass ich mich bereits in meiner Rostocker Dissertation, welche etwa $1\frac{1}{2}$ Jahre vor der Zenneckschen Arbeit erschienen ist, über die beiden Koppelungsarten, wie folgt, geäussert habe: „Natürlich lassen sich diese Experimente auch mit dem Tesla-Transformator, der ja das gleiche Verhalten wie der Oudinsche Resonator zeigt, anstellen" (vergl. S. 40 Sp. 2). Der Tesla-Transformator entspricht, wie in den vorhergehenden Abschnitten ausgeführt worden ist, der induktiven, der Oudinsche Resonator der direkten Erregung. Ich habe schon damals die Erkenntnis von der Zusammengehörigkeit der beiden Koppelungsarten als so naheliegend betrachtet, dass es mir nicht der Mühe wert schien, darauf wie auf einen besonderen Fortschritt hinzuweisen. Was noch fehlte, das war eine prägnante, mathematische Formulierung dieser Erkenntnis und die Angabe eines Weges, auf dem man sich die direkte Erregung aus der induktiven mechanisch hergestellt denken kann.

(Eingegangen 11. September 1904.)

## Die ponderomotorischen Kräfte, welchen ein homogenes Dielektrikum in einem elektromagnetischen Felde unterworfen ist.

(Entgegnung auf die Antwort des Herrn F. Koláček.)

Von R. Gans.

Herr Koláček[1]) behauptet, dass meine Ableitung der Kraft auf ein ungeladenes homogenes Dielektrikum[2]) falsch sei, es könne keine Kraft auf dasselbe nach der Lorentzschen Theorie wirken, da nach dieser nur auf geladene Teilchen Kräfte wirkten, und zum Beweise citiert er aus Lorentz[3]):

„Ponderable Materie, welche nicht geladen ist, kommt für uns nur insofern in Betracht, als sie auf die Ionen Molekularkräfte ausübt. Was die elektrischen Erscheinungen betrifft, so hat sie gar keinen Einfluss und geschieht alles so, als ob der von ihr eingenommene Raum nur den Äther enthielte."

Diesen Satz scheint Herr Koláček vollkom-

1) F. Koláček, diese Zeitschr. **5**, 455, 1904.
2) R. Gans, ibid. **5**, 162, 1904.
3) H. A. Lorentz, Versuch einer Theorie der elektr. u. opt. Erscheinungen in bewegten Körpern. Leiden 1895, S. 15.

men missverstanden zu haben. Denn Herr Lorentz meint, wie aus dem späteren klar hervorgeht (l. c. S. 59—69), damit folgendes: Was wir Materie nennen, besteht aus Ionen und Molekeln (letztere sind die „ponderable Materie" im oben citierten Satze). Bei Berechnung der elektrischen Vorgänge kann man anstatt der Molekeln einfach den Äther setzen, nur muss man die (elastischen) Molekularkräfte auf die aus der Gleichgewichtslage verschobenen Ionen (l. c. S. 67 [55], mit berücksichtigen. Gerade das Verhalten der Ionen im polarisierbaren Körper ersetzt den Grundbegriff „Dielektrizitätskonstante" der Maxwellschen Theorie.

Mit anderen Worten: Im Lorentzschen Sinne sind die Körperteilchen gar nicht ungeladen, wenn die Dichte der wahren Elektrizität $div\ \mathfrak{D}$ Null ist, sondern bei Lorentz treten die Kräfte auf die freie Elektrizität $div\ E$ auf.

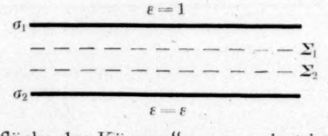
Die bekannten elektrostatischen Kräfte auf einen ungeladenen Körper im ungleichförmigen Felde würden nach Herrn Koláčeks Auffassung der Lorentzschen Theorie ja überhaupt fehlen.

Sodann wirft Herr Koláček mir vor, in meinen Formeln bedeuteten die Buchstaben $E$ und $M$ einmal die Feldstärke selbst, das andere Mal räumliche Mittelwerte derselben. Dieser Vorwurf ist unberechtigt, denn nach Lorentz[1]) ist die Kraft auf die Volumeinheit

$$fx = \frac{\partial p_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial p_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial p_{xz}}{\partial z} - \frac{1}{4\pi V}\frac{\partial}{\partial t}(E_y M_z - E_z M_y),$$

wo die $p$ die bekannten Maxwellschen Spannungen im Äther sind.

Es ist zu integrieren über alle Volumelemente, in denen die Dichte der freien Elektrizität $div\ E$ von Null verschieden ist, d. h. bis $\Sigma_1$ in der Figur. (Die Figur ist nicht erläutert, da alles wörtlich aus Lorentz, l. c. § 39 zu entnehmen ist.) Wir dürfen dagegen weiter integrieren bis $\sigma_1$, da die hinzugenommenen Volumelemente keinen Beitrag liefern, wie man aus der letzten Formel auf S. 24 bei Herrn Lorentz sieht. Die Fläche $\sigma_1$ wollen wir die




„Oberfläche des Körpers" nennen, dort ist $\varepsilon = 1$ geworden. Wir integrieren zweckmässigerweise bis $\sigma_1$ und nicht bis $\Sigma_1$, damit die $E$ und $M$ die beobachtbaren, langsam veränderlichen Feldstärken bedeuten (die uns auch bei molekularer Struktur streng kontinuierliche Medien vorspiegeln), und nicht die schnell veränderlichen $E$ und $M$ an der Oberfläche der Elektronen, die der Beobachtung ganz unzugänglich sind.

1) l. c. § 15.

Zu diesen Kräften dürfen und wollen wir nun die Kräfte

$$fx' = \frac{\partial p'_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial p'_{x}}{\partial y} + \frac{\partial p'_{xz}}{\partial z}$$

addieren, wo die $p'$ die in meiner früheren Note angegebenen Werte haben, wo die $E$ genau dieselbe Bedeutung haben wie oben und $\varepsilon$ die auch bei Lorentz definierte Dielektrizitätskonstante ist. Bei der Integration bis zur „Oberfläche" haben die Zusatzglieder keinen Einfluss, es ist $f + f'$ ein dem $f$ „äquivalentes Kräftesystem."[1])

Ich muss daher die Behauptung des Herrn Koláček noch einmal entschieden zurückweisen, dass das von ihm vorgeschlagene Experiment keinen Effekt nach der Lorentzschen Theorie geben dürfte, und dass der von mir berechnete Effekt nur durch einen Fehler zustande gekommen wäre.

1) Wegen dieser „äquivalenten Kräftesysteme" vgl. man E. Cohn, Das elektromagn. Feld, S. 100, Leipz. 1900. Ich benutze hier die Gelegenheit, dieses in der vorigen Arbeit vergessene Citat nachzuholen.

Tübingen, Physikal. Inst. 2. Aug. 1904.

(Eingegangen 3. August 1904.)

## Ein Beitrag zur graphischen Behandlung eines Sternsystems.

Von W. Rogowski.

Die graphische Behandlung eines Sternsystems ist schon von Kennelly[1]) gegeben worden, jedoch, wie uns scheint, auf einem Umwege, der im folgenden vermieden wird. Wegen ihrer Übersichtlichkeit dürfte sich die neue Methode auch bei komplizierteren Aufgaben mit Vorteil verwenden lassen, für welche die Kennellysche Methode sich sehr umständlich gestalten würde.

### 1. Einzelner Stromkreis mit Selbstinduktion und Widerstand.

Ist $E = E_0 \sin \omega t$ die E. M. K., so ist der durch sie hervorgerufene Strom $\mathcal{J}$ bekanntlich durch die Differentialgleichung gegeben:

$$w\mathcal{J} + L\frac{d\mathcal{J}}{dt} = E_0 \sin \omega t.$$

Die Fig. 1 stellt in der üblichen Weise die Beziehung zwischen $E$ und $\mathcal{J}$ graphisch dar. Wie aus ihm ersichtlich ist, gelangt man bei gegebenem $\mathcal{J}$ und gegebener Frequenz $\omega + 2\pi \sim$ dadurch zum Vektor $E$, dass man den aus $\mathcal{J}$ leicht konstruierbaren $w \cdot \mathcal{J}$-Vektor im Verhältnis

1) Electrical World and Engineer 1899, S. 268.

$$\sqrt{w^2 + (L\omega)^2} : w$$

streckt und um

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{L\omega}{w}$$

im entgegengesetzten Sinne der Rotation der Zeitlinie dreht; wir wollen diese Operation, die $E$ aus $\mathfrak{J}$ entstehen lässt, als Operation $O$ bezeichnen. Ist umgekehrt der Vektor $E$ gegeben, so erhalten wir $w \cdot \mathfrak{J}$ und daraus bei gegebenem $w$ auch $\mathfrak{J}$ offenbar dadurch, dass wir $E$ im Sinne des Zeitpfeiles um $\varphi$ drehen und im Verhältnis

$$w : \sqrt{w^2 + (L\omega)^2}$$

strecken. Diese umgekehrte Operation wollen wir mit $\frac{1}{O}$ bezeichnen. Mit diesen Symbolen ist:

$$O(\mathfrak{J}) = E, \quad \mathfrak{J} = \frac{1}{O}(E).$$

In entsprechender Weise mögen die Operationen $O_1$, $O_2$, .. mit den Konstanten $w_1$, $L_1$; $w_2$ $L_2$; ... gebildet werden.

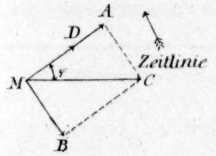



Fig. 1.

$MA = w \cdot \mathfrak{J}$; $MB = L \frac{d\mathfrak{J}}{dt}$; $MC = E$; $MD = \mathfrak{J}$.

2. Dreiphasensystem in Sternschaltung.

a) Konstruktion. Die E. M. Ke. in jedem der drei Leiter 1, 2, 3 denken wir uns gegeben, ihre Effektivwerte mögen, wie es den wirklichen Verhältnissen bei ungleichen Strömen in den einzelnen Phasen entspricht, verschieden sein und $E_1, E_2, E_3$ heissen (siehe Fig. 2). Aus ihnen konstruieren wir (siehe Fig. 3, Hauptfigur) die Differenzen

$$E_2 - E_1 = MD \text{ und } E_3 - E_1 = ME.$$

Auf $MD$ wenden wir die Operation $\frac{1}{O_2}$ und auf $ME$ die Operation $\frac{1}{O_3}$ an. Wir erhalten dadurch $MF$ und $MG$, die wir zu $MH$ zusammensetzen.

Sodann wollen wir in einer Hilfsfigur, ausgehend von einem beliebigen Vektor $NS$, auf diesen die Operationen

$$\frac{1}{O_1}, \quad \frac{1}{O_2}, \quad \frac{1}{O_3}$$

anwenden. Es entstehen so der Reihe nach $NT$, $NV$, $NW$ und die geometrische Summe derselben $NK$. Wir vergleichen $NK$ mit dem

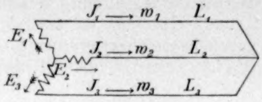



Fig. 2.

Vektor $NH'$, den wir entgegengesetzt gleich $MH$ der Hauptfigur wählen.

Um den Vektor $NK$ in $NH'$ überzuführen, müssen wir ihn einer Drehung um $\psi$ und einer Streckung im Verhältnis

$$\frac{NH'}{NK}$$

unterwerfen. Um denselben Winkel und in demselben Verhältnis drehen und strecken wir unseren Ausgangsvektor $NS$, der dabei $NP$ ergiebt. Diesen Vektor $NP$, von dem wir später nachweisen werden, dass er die Grösse

$$L_1 \frac{d\mathfrak{J}_1}{dt} + w_1 \mathfrak{J}_1$$

darstellt, nehmen wir in die Hauptfigur als $MP'$ hinüber. Indem wir ihn an $MD$ und $ME$ antragen, erhalten wir in $Mx$ und $My$ die Grössen

$$L_2 \frac{d\mathfrak{J}_2}{dt} + w_2 \mathfrak{J}_2 \text{ und } L_3 \frac{d\mathfrak{J}_3}{dt} + w_3 \mathfrak{J}_3.$$

Durch Anwendung der Operation

$\frac{1}{O_1}$ auf $MP'$; $\frac{1}{O_2}$ auf $Mx$, und $\frac{1}{O_3}$ auf $My$

ergeben sich unmittelbar die Ströme:

$$\mathfrak{J}_1 = M\alpha$$
$$\mathfrak{J}_2 = M\beta$$
$$\mathfrak{J}_3 = M\gamma.$$

b) Beweis. Unsere Hauptaufgabe wird hierbei sein, zu zeigen, dass $NP$ die Grösse

$$w_1 \mathfrak{J}_1 + L_1 \frac{d\mathfrak{J}_1}{dt}$$

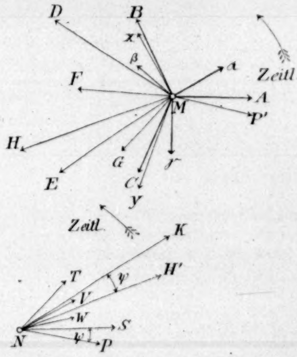



Fig. 3.

$MA = E_1$; $MB = E_2$; $MC = E_3$.

darstellt, die wir zur Abkürzung $\Omega$ nennen. Die Kirchhoffschen Gesetze, angewendet auf die einzelnen geschlossenen Stromzweige der Sternschaltung (Fig. 2), liefern die Differentialgleichungen:

$$1)\quad w_2 \mathfrak{J}_2 + L_2 \frac{d\mathfrak{J}_2}{dt} = \Omega + E_2 - E_1$$

$$2)\quad w_3 \mathfrak{J}_3 + L_3 \frac{d\mathfrak{J}_3}{dt} = \Omega + E_3 - E_1$$

oder, symbolisch geschrieben,

$$\mathfrak{J}_2 = \frac{1}{O_2}(\Omega + E_2 - E_1)$$

$$\mathfrak{J}_3 = \frac{1}{O_3}(\Omega + E_3 - E_1).$$

Ferner haben wir:

$$\mathfrak{J}_1 = \frac{1}{O_1}(\Omega).$$

Zur Bestimmung unserer Unbekannten $\Omega$ benutzen wir die Stromgleichung

$$\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{J}_2 + \mathfrak{J}_3 = 0$$

oder

$$3)\quad \frac{1}{O_1}(\Omega) + \frac{1}{O_2}(\Omega + E_2 - E_1) + \frac{1}{O_3}(\Omega + E_3 - E_1) = 0.$$

Nun haben wir in unserer Konstruktion es so eingerichtet (vergl. die Hilfsfigur), dass aus $NP$ durch Anwendung der Operationen

$$\frac{1}{O_1},\ \frac{1}{O_2},\ \frac{1}{O_3}$$

und geometrische Addition der so erzeugten Vektoren die Grösse $NH'$ entsteht, die der Grösse $MH$ entgegengesetzt gleich ist. Es ist also

$$\frac{1}{O_1}(NP) + \frac{1}{O_2}(NP) + \frac{1}{O_3}(NP) = NH' = -MH.$$

Ferner haben wir es so eingerichtet (vergl. die Hauptfigur), dass

$$MH = MD + ME = \frac{1}{O_2}(E_2 - E_1) + \frac{1}{O_3}(E_3 - E_1)$$

ist. Daraus folgt:

$$\frac{1}{O_1}(NP) + \frac{1}{O_2}(NP) + \frac{1}{O_3}(NP) = -\frac{1}{O_2}(E_2 - E_1) - \frac{1}{O_3}(E_3 - E_1)$$

oder

$$4)\quad \frac{1}{O_1}(NP) + \frac{1}{O_2}(NP + E_2 - E_1) + \frac{1}{O_3}(NP + E_3 - E_1) = 0.$$

Es genügt also $NP = MP'$ gerade derjenigen Bedingung (vergl. Gl. 3), die die Grösse

$$\Omega = w_1 \mathfrak{J}_1 + L_1 \frac{d\mathfrak{J}_1}{dt}$$

zu erfüllen hat. Die Gleichungen 1) und 2) zeigen dann weiter, dass $Mx = MD + MP'$ und $My = ME + MP'$ die Grössen

$$L_2 \frac{d\mathfrak{J}_2}{dt} + w_2 \mathfrak{J}_2 \quad \text{und} \quad L_3 \frac{d\mathfrak{J}_3}{dt} + w_3 \mathfrak{J}_3$$

darstellen. Somit haben wir wirklich in $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$ die gesuchten Ströme $\mathfrak{J}_1$, $\mathfrak{J}_2$ und $\mathfrak{J}_3$ gefunden.

c) Beweis mittels komplexer Zahlen. Wir haben den vorstehenden Beweis mit Hilfe unseres Operationssymboles $\left(\frac{1}{O}\right)$ durchgeführt. Da man vielleicht das so gewonnene Resultat mit Misstrauen aufnehmen könnte, so fügen wir noch einen Beweis mit komplexen Zahlen bei.

Es seien die Vektoren durch folgende Ausdrücke gegeben:

$$E_2 - E_1 = s_2 e^{i\chi_2}$$

$$E_3 - E_1 = s_3 e^{i\chi_3}$$

$$w_1 \mathfrak{J}_1 + L_1 \frac{d\mathfrak{J}_1}{dt} = r_1 e^{i\mu_1}$$

$$w_2 \mathfrak{J}_2 + L_2 \frac{d\mathfrak{J}_2}{dt} = r_2 e^{i\mu_2}$$

$$w_3 \mathfrak{J}_3 + L_3 \frac{d\mathfrak{J}_3}{dt} = r_3 e^{i\mu_3}$$

Dann ist nach Fig. 1:

$$\mathfrak{J}_1 = \frac{r_1}{z_1} e^{i(\mu_1 + \varphi_1)}$$

$$\mathfrak{J}_2 = \frac{r_2}{z_2} e^{i(\mu_2 + \varphi_2)}$$

$$\mathfrak{J}_3 = \frac{r_3}{z_3} e^{i(\mu_3 + \varphi_3)},$$

wo

$$z = \sqrt{w^2 + (L\omega)^2},$$

die Impedanz bedeutet und

$$tg\,\varphi = \frac{L\omega}{w}$$

ist. Unsere Differentialgleichungen, für die schon im vorigen Beweise benutzten Stromzweige der Sternschaltung schreiben sich:

$$r_2 e^{i\mu_2} = r_1 e^{i\mu_1} + s_2 e^{i\chi_2}$$

$$r_3 e^{i\mu_3} = r_1 e^{i\mu_1} + s_3 e^{i\chi_3}.$$

Hieraus ergiebt sich

$$\mathfrak{J}_2 = \frac{r_1}{z_2} e^{i(\mu_1 + \varphi_2)} + \frac{s_2}{z_2} e^{i(\chi_2 + \varphi_2)}$$

$$\mathfrak{J}_3 = \frac{r_1}{z_3} e^{i(\mu_1 + \varphi_3)} + \frac{s_3}{z_3} e^{i(\chi_3 + \varphi_3)}.$$

Demnach liefert $\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{J}_2 + \mathfrak{J}_3 = 0$.

$$5)\quad \frac{r_1}{z_1} e^{i(\mu_1+\varphi_1)} + \frac{r_1}{z_2} e^{i(\mu_1+\varphi_2)} + \frac{r_1}{z_3} e^{i(\mu_1+\varphi_3)} + \frac{s_2}{z_2} e^{i(\chi_2+\varphi_2)} + \frac{s_3}{z_3} e^{i(\chi_3+\varphi_3)} = 0.$$

In unserer Hauptfigur ist

$$6)\quad -MH = MD + ME = \frac{s_2}{z_2} e^{i(\chi_2+\varphi_2)} + \frac{s_3}{z_3} e^{i(\chi_3+\varphi_3)}.$$

Setzen wir $NP = \varrho e^{i\nu}$, so wird nach der Konstruktion der Hilfsfigur

$$7)\quad NH' = -MH = \frac{\varrho}{z_1} e^{i(\nu+\varphi_1)} + \frac{\varrho}{z_2} e^{i(\nu+\varphi_2)} + \frac{\varrho}{z_3} e^{i(\nu+\varphi_3)}.$$

Damit ergiebt sich durch Addition der Gl. 6) und 7):

$$8)\quad \frac{\varrho}{z_1} e^{i(\nu+\varphi_1)} + \frac{\varrho}{z_2} e^{i(\nu+\varphi_2)} + \frac{\varrho}{z_3} e^{i(\nu+\varphi_3)} + \frac{s_2}{z_2} e^{i(\chi_2+\varphi_2)} + \frac{s_3}{z_3} e^{i(\chi_3+\varphi_3)} = 0.$$

Aus Gleichung 5) und 8) folgt nun, dass

$$r_1 e^{i\mu_1} = \varrho e^{i\nu},$$

also

$$w_1 \mathfrak{J}_1 + L_1 \frac{d\mathfrak{J}_1}{dt} = NP = MP'$$

ist. Somit haben wir den zu Anfang von b) geforderten Nachweis abermals geliefert und mit Rücksicht auf das am Ende von b) Gesagte die Richtigkeit unserer Konstruktion auf einem zweiten Wege dargethan.

Da eine Dreieckschaltung immer durch eine äquivalente Sternschaltung ersetzbar ist, so kann man auch diese nach der angegebenen Methode behandeln. Bei Anwesenheit eines Ausgleichsleiters oder bei einem beliebigen Mehrphasensystem hat man das Verfahren nur sinngemäss zu erweitern, um zur richtigen Lösung zu gelangen.

### 3. Netze mit Kapazität, Selbstinduktion und Widerstand.

In diesem Falle müssen wir unseren Operationszeichen eine etwas erweiterte Bedeutung beilegen. Wir schreiben die Differentialgleichung für den einfachen Stromkreis

$$\frac{L}{\omega} \frac{d^2\mathfrak{J}}{dt^2} + \frac{w}{\omega} \frac{d\mathfrak{J}}{dt} + \frac{\mathfrak{J}}{C\omega} = E_0 \cos \omega t.$$

In Fig. 4 haben wir die einzelnen Grössen der Gleichung als Vektoren eingetragen. Wie aus dem Diagramm ersichtlich, schreibt die Operation $O$, welche wiederum die E. M. K. $E$ aus dem Strome $\mathfrak{J}$ erzeugen soll, vor, dass der Vektor $w\mathfrak{J}$ einer Streckung im Verhältnis

$$\sqrt{w^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)} : w$$

und einer Drehung im entgegengesetzten Sinne des Zeitpfeiles um

$$\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{L\omega}{w} - \frac{1}{C\omega\, w}\right)$$

unterworfen werden soll. Die umgekehrte Operation, die aus dem $E$-Vektor den Vektor $\mathfrak{J}$ entstehen lässt, bedeutet demnach: man soll $E$ im

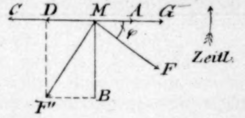



Fig. 4.

$$MA = \frac{\mathfrak{J}}{C\omega};\quad MB = \frac{w}{\omega}\frac{d\mathfrak{J}}{dt};\quad MC = \frac{L}{\omega}\frac{d^2\mathfrak{J}}{dt^2};$$
$$MD = MC + MA;\quad MF = E_0 \cos \omega t;$$
$$MF' = E_0 \sin \omega t;\quad MG = \mathfrak{J}.$$

Verhältnis

$$w : \sqrt{w^2 + \left(Lw - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

strecken, um denselben Winkel $\varphi$ entgegengesetzt wie vorhin drehen und aus dem so erhaltenen $w\mathfrak{J}$-Vektor $\mathfrak{J}$ selbst konstruieren. Da sich nun z. B. bei der vorhin behandelten Sternschaltung die Beziehungen der Vektoren $E$ und $\mathfrak{J}$ genau so schreiben lassen, wie wenn nur Selbstinduktion und Widerstand vorhanden wären, nämlich:

$$O_2(\mathfrak{J}_2) = O_1(\mathfrak{J}_1) + E_2 - E_1,$$
$$O_3(\mathfrak{J}_3) = O_1(\mathfrak{J}_1) + E_3 - E_1,$$
$$\mathfrak{J}_1 + \mathfrak{J}_2 + \mathfrak{J}_3 = O,$$

so ist dieselbe Konstruktion auch jetzt anwendbar, vorausgesetzt, dass man der Operation $O$ die an Fig. 4 erläuterte Bedeutung beilegt. Der unter b) gegebene Beweis stammt im wesentlichen von meinem verehrten Lehrer Hrn. Prof. A. Sommerfeld her, dem ich auch an dieser Stelle meinen Dank für sein Interesse an dieser Arbeit aussprechen möchte.

(Eingegangen 29. August 1904.)

## Erwiderung auf Herrn Professor Heydweillers Bemerkungen über die Existenz von Villaris kritischem Punkt bei Nickel.

Von K. Hondu und S. Shimizu.

Auf Seite 255 dieses Bandes der Physik. Zeitschrift kritisiert Herr Professor Heydweiller unseren Versuch über Villaris kritischen Punkt bei Nickel. Aus seinen Bemerkungen scheint uns hervorzugehen, dass er eine im voraus im

Nickel existierende Bedingung für die Existenz des Villarischen Punktes als nötig erachtet. Wenn das der Fall ist, besteht zwischen seiner und unserer Definition ein Unterschied. Wir betrachten Villaris kritischen Punkt nicht als einen solchen; falls er sich nicht zeigt, wenn das Probestück von einem neutralen Zustand ausgeht, aber auftritt unter der Bedingung, dass die Probe sich nicht in magnetisch neutralem Zustand befindet. Um unseren früheren Schluss nachzuprüfen, der mit einem dicken Stabe erhalten war, stellten wir einen neuen Versuch mit Nickeldrähten an, und zwar unter Bedingungen, die denen von Professor Heydweiller ähnlich waren. In der Nähe eines Magnetometers und genau östlich von demselben befand sich in vertikaler Stellung eine Magnetisierungsspule ($4\pi n = 257{,}2$, Länge 42 cm, innerer Durchmesser 1,5 cm). Eine Kompensationsspule für das Erdfeld war in der Achse der Magnetisierungsspule angebracht und eine andere Kompensationsspule für den direkten Effekt der Magnetisierungsspule genau westlich vom Magnetometer. Der an beiden Enden an Kupferdrähte von etwa derselben Dicke angelötete Nickeldraht befand sich in der Achse der Spule. Sein unteres Ende war an einem kräftigen Rahmen befestigt, während das andere nach oben gezogen wurde mit Hilfe von einer Rolle und einem Gewicht. Dieser Rahmen und das Magnetometer, die keine direkte Berührung miteinander hatten, ruhten auf einem dicken Steinpfeiler. Der horizontale Abstand zwischen den Mittelpunkten von Magnetometer und Magnetisierungsspule betrug 7,5 cm in dem einen Fall und 2,9 cm im anderen. Die Stellung des Nickeldrahts war derart reguliert, dass derselbe auf das Magnetometer eine möglichst grosse Wirkung ausübte. Zwei Sorten Nickeldraht wurden untersucht, der eine (Durchmesser 1,02 mm, Länge 34,5 cm) war aus elektrolytischem und fast chemisch reinem Nickel gezogen, und der andere (Durchmesser 1,08 mm, Länge 34,5 cm) war ein reines käufliches Nickel. Beide Drähte waren gründlich gealtert.

Es wurden zwei Versuchsreihen durchgeführt. Die erste mit einem Kompensationsstrom für das Erdfeld, die zweite ohne denselben.

Die erste Versuchsreihe zeigte, dass die Wirkung einer Dehnung nicht wesentlich anders ausfällt, wenn man einen Draht an Stelle eines Stabes verwendet. Abgesehen von der ersten erregenden Wirkung nimmt die Magnetisierung durch Streckung ab und wächst beim Aufhören derselben. Die Änderungen der Magnetisierung werden durch Magnetisierung in den beiden verschiedenen Richtungen nicht beeinflusst.

Bei der zweiten Versuchsreihe waren die Bedingungen genau dieselben wie die von Herrn Professor Heydweiller. Der Kompensationsstrom für das Erdfeld war unterbrochen. Die Experimente zeigten, dass, wenn man die Versuche ausführte, wie Herr Professer Heydweiller es gethan hat, das Probestück niemals in einen magnetisch neutralen Zustand gebracht wurde. Daher änderte sich auch die Magnetisierung in der einen oder der anderen Richtung nicht symmetrisch bezüglich der Tension.

Fand die neue Magnetisierung in der Richtung derjenigen Magnetisierung statt, die das Probestück thatsächlich (nicht nur scheinbar) besass, so wurde die Zunahme der Magnetisierung durch Streckung beobachtet, wie in Herrn Professor Heydweillers Fall. Hatte sie dagegen die entgegengesetzte Richtung, so nahm die Magnetisierung stets durch Dehnung des Drahtes ab. Die Wirkung der ersten Erregung wurde natürlich ausgeschlossen.

Aus diesen zwei Versuchsreihen können wir schliessen, dass die Zunahme der Magnetisierung durch Streckung nur erklärt werden kann, durch den speziellen anfänglichen Magnetisierungszustand des Drahtes. Daher existiert Villaris kritischer Punkt, im Sinne unserer Definition, bei Nickel nicht.

Tokyo, 11. Mai 1904.

(Aus dem Englischen übersetzt von M. Bose.)

(Eingegangen 17. August 1904.)

## Optische Reflexionskonstanten und elektromotorischer Zustand beim Chrom.

Von A. L. Bernoulli.

Die jüngsten Kontroversen über die Ursachen der Passivität haben neben vielen anderen auch die Frage angeregt, ob die Reflexionskonstanten eines passiven Metallspiegels andere seien als diejenigen eines aktiven.

Untersucht wurden bis jetzt bloss Eisen und Chrom. Ersteres von Michéli[1]) und neuerdings von Müller und Königsberger[2]); letzteres Metall ebenfalls von Michéli[3]) und später vom Verfasser.[4]) Michéli bestimmte den Haupteinfallswinkel $H$ und das Hauptazimut $A$ bei Eisen im aktiven bezw. im passiven Zustand wie folgt:

| | | |
|---|---|---|
| Eisen aktiv . . . . . . | $74^0 42'$ | $27^0 50'$ |
| Eisen passiv . . . . . | $69^0 20'$ | $28^0 54'$ |
| Änderung für aktiv-passiv: | $-5^0 22'$ | $+1^0 04$ |

Aus dem Sinn der beiden gleichzeitigen Änderungen folgt[5]), dass das passive Eisen

1) Archives des Sciences physiques et naturelles, Genève, 10, 117, 1900.
2) Diese Zeitschr. 5, 413, 1904.
3) L. c. S. 424.
4) „Die Passivität des Chroms nach der Faradayschen Theorie". Münchner Dissertation. Gustav Fock, Leipzig 1904.
5) Vgl. Drude, Wied. Ann. 36, 889, 1889.

mit einer relativ sehr dicken Schicht aus festem Material bedeckt ist.[1])

Im Gegensatz zu Michéli geben Müller und Königsberger[2]) an, beim Eisen keine Deckschicht gefunden zu haben. Ich habe kürzlich unter Hinweis auf einschlägige Arbeiten von Voigt[3]) und von Drude[4]) zu zeigen versucht, dass nach der Methode von Königsberger[5]) eine noch so dicke Deckschicht unmöglich gefunden werden kann, denn die Theorie fordert direkt die Unabhängigkeit der Totalintensität der reflektierten Komponente von den absoluten Werten des Haupteinfallswinkels und des Hauptazimuts und damit auch von der relativen Schichtfreiheit des Spiegels.[6])

Beim Chrom liegen kompliziertere Verhältnisse vor. Michéli passivierte sein Chrom mit Salpetersäure, mass wie beim Eisen Haupteinfallswinkel und Hauptazimut sowohl im aktiven als im passiven Zustand, konnte aber innerhalb der Grenzen seines persönlichen Fehlers keine Änderung der optischen Konstanten feststellen. Unwillkürlich drängt sich angesichts dieser Thatsache die Frage auf, ob andere Passivierungsmittel als Salpetersäure gleichfalls die optischen Konstanten des Chroms messbar modifizieren.

Wie Michéli arbeitete auch ich nach der von Drude[7]) angegebenen Methode zur Bestimmung der Konstanten der Reflexion bei monochromatischem, linear unter $45^0$ Azimut polarisiertem Licht. Die durch die Reflexion erzeugte Elliptizität wurde mit einem Babinetschen Kompensator, die Änderung des Azimuts mit Hilfe eines analysierenden Nicols ausgewertet. Als Passivierungsmittel diente bald das Liegenlassen an der Luft, bald eine siedende Lösung von Chinon in Benzol.[8]) Eine Reihe von alternierenden Aktivierungen und Passivierungen bedingte eine sehr wohl messbare Änderung der optischen Konstanten. Die nachstehende Tabelle I giebt den Haupteinfallswinkel $H$ und das Hauptazimut $A$ als Mittelwerte aus je 4 Einstellungen von Spiegel, Beobachtungsfernrohr und analysierendem Nicol. Die Differenz zwischen dem grössten und dem kleinsten gemessenen Wert betrug jeweils für beide optischen Konstanten im ungünstigsten Fall etwas über $2^0$, in der Regel etwa $1^0$. In Anbetracht der starken Absorption,

1) Michéli, l. c. S. 122.
2) L. c. S. 414.
3) Wied. Ann. **31**, 329, 1887.
4) Wied. Ann. **36**, 885, 1889.
5) Diese Zeitschr. **5**, 413, 1904.
6) Vgl. hierzu die Ausführungen des Verfassers in dieser Zeitschr. **5**, 603, 1904.
7) Wied. Ann. **36**, 880, 1889. Vgl. auch Kohlrausch, Praktische Physik S. 296 ff.
8) A. L. Bernoulli, „Die Passivität des Chroms nach der Faradayschen Theorie, S. 13 und 20.

besonders im passiven Zustand, darf eine bessere Übereinstimmung nicht erwartet werden. Über Methode und Technik der Versuche wurde bereits an anderem Orte ausführlich berichtet.[1]) Die elektromotorische Kraft gegenüber Platin in Ammoniumnitrat wurde jeweils vor und nach der optischen Messung am Hallwachs-Quadrant-Elektrometer gemessen. Die Änderung der elektromotorischen Kraft während der optischen Messung betrug maximal $^1/_{50}$ Volt (bei einem Ausschlag des Elektrometers von 66,6 Skalenteilen pro Volt).

### Tabelle I.

Die parallelen Änderungen des elektromotorischen Zustandes und der optischen Konstanten des Chroms.

| Versuch | Elektromot. Zust. | Permutierendes Agens | E. K. in Sk.-T. | E. K. in Volt | Änderung △ E. K. in Volt | $H$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | passiv | Luft | + 4,0 | +0,055 | | 71° 23′ | 34° 37′ |
| | | | | | +0,191 | | |
| 2 | aktiv | *Na Cl* | +17,6 | +0,246 | | 78° 24′ | 31° 50′ |
| | | | | | —0,261 | | |
| 3 | passiv | Kochen in Chinonlösung | — 1,1 | —0,015 | | 68° 48′ | 36° 03 |
| | | | | | +0,300 | | |
| 4 | aktiv | *Na Cl* | +20,4 | +0,285 | | 75° 38′ | 32° 43 |
| | | | | | —0,265 | | |
| 5 | passiv | Luft | + 1,4 | +0,020 | | 73° 29′ | 36° 42′ |
| | | | | | +0,249 | | |
| 6 | aktiv | *Na Cl* | +19,2 | +0,269 | | 75° 23′ | 30° 25′ |
| | | | | | —0,349 | | |
| 7 | passiv | Luft | — 5,7 | —0,080 | | 74° 28′ | 33° 55′ |
| | | | | | +0,284 | | |
| 8 | aktiv | *Na Cl* | +14,6 | +0,204 | | 72° 09′ | 32° 26′ |

Aus der Tabelle ergiebt sich unzweideutig, dass auch das Chrom, wenn es durch Chinon oder Luftsauerstoff passiviert wird, sich mit einer sehr wohl nachweisbaren Deckschicht aus festem Material bedeckt. Die Grössenordnung der Änderungen ist dieselbe, wie sie Michéli für Eisen festgestellt hat. Dass die absoluten Werte beider Konstanten sukzessive kleiner werden, rührt daher, dass neben dem Passivieren und Aktivieren, trotz der geringen Intensität der chemischen Einwirkung eine Korrosion des Spiegels stattfindet, denn nach Drude verkleinert Korrosion des Spiegels sowohl das Hauptazimut als den Haupteinfallswinkel.

Passivierte ich dagegen statt durch Liegenlassen an der Luft oder durch eine siedende Lösung von Chinon in Benzol durch Salpetersäure (Acid. nitric. rubr. fumans. puriss.), so ergaben sich die nachstehenden Werte (Tab. II), wodurch, wie zu erwarten, die Messungen von Michéli ihre volle Bestätigung finden.

Dabei fällt auf, dass ein mit Salpetersäure passiviertes Chrom um ebensoviel elektronegativer ist als Platin und damit auch um ebensoviel elektronegativer als mit Chinon oder Luftsauerstoff passiviertes Chrom wie jenes gegenüber aktivem Chrom. Auch ist die negative

1) L. c. S. 17 u. ff.

### Tabelle II.

Die elektromotorischen Zustände und die optischen Konstanten des Chroms beim Passivieren mit Salpetersäure.

| Versuch | Elektromot. Zust. | Permutierendes Agens | E. K. in Sk. T. | E. K. in Volt | Änderung Δ E. K. in Volt | $H$ | $A$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | aktiv | $NaCl$ | $+29{,}7$ | $+0{,}416$ | $-0{,}910$ | $78^0 09'$ | $28^0 49'$ |
| 2 | passiv | $HNO_3$ | $-35{,}3$ | $-0{,}494$ | $+0{,}656$ | $78^0 20'$ | $30^0 44'$ |
| 3 | aktiv | Nachpol. | $+11{,}6$ | $+0{,}162$ | $-0{,}589$ | $76^0 53'$ | $30^0 20'$ |
| 4 | passiv | $HNO_3$ | $-30{,}5$ | $-0{,}427$ | $+0{,}670$ | $73^0 49'$ | $32^0 22'$ |
| 5 | aktiv | $NaCl$ | $+17{,}4$ | $+0{,}243$ | $-0{,}709$ | $79^0 07'$ | $29^0 16'$ |
| 6 | passiv | $NHO_3$ | $-33{,}3$ | $-0{,}466$ | | $78^0 50'$ | $31^0 11'$ |

Potentialdifferenz des mit Salpetersäure passivierten Chroms gegenüber Platin so gross, dass sie sicher nicht von einer Umwandlung des Chroms in eine „edle Modifikation" herrühren kann. Die betreffende Potentialdifferenz ist vielmehr von der Grössenordnung der elektromotorischen Kräfte, welche Gaselektroden gegenüber Platin ergeben. Die Vermutung, dass absorbiertes Stickstoffdioxyd oder andere Oxyde des Stickstoffs[1]) diese anormal starke Passivität bedingen könnten, liegt um so näher, als von Ferée[2]) gezeigt worden ist, dass metallisches Chrom begierig grosse Mengen von Sauerstoff und, was für uns hier speziell wichtig, auch von Oxyden des Stickstoffs absorbiert. Dass ein mit Salpetersäure passiviertes Chrom thatsächlich Stickstoffdioxyd in seinen Poren festhält, gelang mir in folgender Weise analytisch nachzuweisen.

Drei in siedender Chlornatriumlösung aktivierte Chromstücke wurden durch 24stündiges Liegenlassen in konzentrierter Salpetersäure passiviert, und dann so lange mit immer neuen Mengen reinsten destillierten Wassers abgespült, bis sich im Waschwasser absolut keine Oxyde des Stickstoffs mehr nachweisen liessen. Die drei Chromstückchen, deren letzte Waschwasser nun vollkommen frei von Oxyden des Stickstoffs waren, wurden je mit 15 ccm Wasser einzeln in verschlossene Fläschchen gegeben und so in einem Raume, dessen Atmosphäre völlig frei von Stickstoffdioxyd war, während 12 Stunden bei etwa $+5^0$ stehen gelassen. Während dieser Zeit war in allen drei Fläschchen eine beträchtliche Menge von Stickstoffdioxyd aus den Poren des Metalls herausdiffundiert und verriet sich nunmehr durch Bildung von Azofarbstoff. Zur Kontrolle wurden gleichzeitig drei andere Chromstückchen in siedender Chlornatriumlösung aktiviert, dann

1) Wenn wir im folgenden von Stickstoffdioxyd sprechen, so sollen andere Oxyde des Stickstoffs stets mit eingeschlossen sein.
2) Comptes Rendus 71, 822, 1895.

aber, ohne sie erst zu passivieren, einzeln mit je 15 ccm reinsten Wassers in kleine Fläschchen gegeben. Diese sämtlichen drei Proben waren nach 12 Stunden Stehens nicht imstande, eine Färbung des zu diazotierenden Gemisches hervorzurufen.

Damit dürfte nun einwandfrei gezeigt sein, dass beim Passivieren mit Salpetersäure absorbierte Oxyde des Stickstoffs eine Rolle spielen. Eine Gasschicht (aber nur eine solche) affiziert nur das Hauptazimut durch die Steigerung der Absorption. Der Haupteinfallswinkel und damit der Grad der Elliptizität des reflektierten Lichtes wird dagegen nicht geändert. Anders beim Passivieren mit Luft oder Chinonlösung: hier ist durch die optischen Messungen nunmehr nachgewiesen, dass eine Deckschicht aus einem anders als Chrommetall brechenden Material vorliegt. In dieser Deckschicht glaube ich im Sinne Faradays die Ursache der Passivität suchen zu müssen, wenn durch Chinonlösung, Luftsauerstoff od. einen beliebigen Oxydationsprozess passiviert wurde. Ich habe bereits anderweitig über die chemische und physikalische Begründung meiner Wiederaufnahme der Faradayschen Theorie der Passivität berichtet[1]) und glaube es zum mindesten sehr wahrscheinlich gemacht zu haben, dass die fragliche Deckschicht als Chromichromat $(Cr_2O_3)_2CrO_3$ besteht, jenem merkwürdigen Körper, welcher bei gewöhnlicher Temperatur bloss in Fluorwasserstoffsäure löslich ist und dabei trotzdem aus der Luft bei gewöhnlicher Temperatur ebenso leicht Sauerstoff aufnimmt, als er solchen wieder abgiebt.[2])

1) l. c. S. 47ff.
2) l. c. S. 59.

(Eingegangen 18. September 1904.)

## Zur Strahlung der Hefnerlampe.[1])

Von Ejnar Hertzsprung.

In der vorläufig plausiblen Annahme, dass die Energieintensität im sichtbaren Teile des Gitterspektrums der Hefnerlampe durch die Wiensche Formel:

$$E = c_1 \lambda^{-5} e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$$

ausgedrückt werden kann, wird wohl die Konstante $\frac{c_2}{T}$ am besten für den summarischen Vergleich der verschiedenen Versuchsreihen geeignet sein.

Ångström giebt nach seinen Messungen

1) Vergl. diese Ztschr. **5**, 34, 156, 456, 1904. Daselbst weitere Litteraturhinweise.

$$\frac{c_2}{T} = 7{,}85$$

an. Dieser Wert ist anscheinend in der Voraussetzung berechnet, dass der mittlere Fehler für alle Einzelmessungen dieselbe absolute Grösse hat. Nimmt man aber an, dass der m. F. für alle 6 Endwerte von

$$\int_0^\lambda J_\lambda \partial\lambda$$

denselben relativen Wert hat, findet man nach kl. Q. $\frac{c_2}{T}$ zu nur 7,58. Vielleicht, dass der mittlere Fehler in einer Weise variiert, die zwischen den beiden oben vorausgesetzten liegt. —

Berechnet man nach den Zahlen von Tumlirz die Konstante $\frac{c_2}{T}$ so, dass

$$\Sigma\left(\log\frac{\text{beob.}}{\text{ber.}}\right)^2$$

Minimum wird, bekommt man für das ganze untersuchte Spektrum von 441 bis 702 $\mu\mu$: $\frac{c_2}{T} = 6{,}93$. Für den roten Teil 560—702 $\mu\mu$ wird $\frac{c_2}{T} = 6{,}00$ und für den blauen Teil 441 bis 536 $\mu\mu$: $\frac{c_2}{T} = 7{,}34$.

Die von Tumlirz benutzten Werte der Energieverteilung im Sonnenspektrum sind der Arbeit Langleys „Energy and Vision"[1]) entnommen. Diese Werte sind aber unkorrigiert[2]), da sie ja nur den im Titel erwähnten Vergleich dienen sollen. Bei Berücksichtigung dieses Umstandes verringert sich die so für das ganze Spektrum berechnete Konstante auf 6,58. —

Aus den kombinierten Werten von Langley und Else Köttgen berechnet sich in der angegebenen Weise für das ganze Spektrum 430 bis 690 $\mu\mu$: $\frac{c_2}{T} = 8{,}03$. Die Annahme aber, dass die beiden Beobachtungsreihen Sonnenlicht derselben Qualität entsprechen, ist ja für die kürzeren Wellenlängen am meisten gewagt. Für den roten Teil 530—690 $\mu\mu$ ergiebt sich $\frac{c_2}{T} = 7{,}79$ und für den blauen Teil 430 bis 510 $\mu\mu$: $\frac{c_2}{T} = 8{,}42$. —

Aus vorliegenden Messungen den wahrscheinlichsten Wert der Konstante $\frac{c_2}{T}$ nebst seinen mittleren Fehler abzuleiten, scheint nicht leicht zu sein. Von näheren Kommentaren möchte ich auch jetzt absehen, da neue genauere Bestimmungen der Hefner-$\frac{c_2}{T}$ Konstante wohl bald erwartet werden können, vielleicht durch Bestimmung der Temperatur des schwarzen Hohlkörpers, bei welcher die Qualität seiner Strahlung im sichtbaren Spektrum die der Hefnerlampe möglichst gleichkommt.

1) U. a. Phil. Mag. 5. Ser. **27**, 1, 1889.
2) Vergl. S. P. Langley, Wied. Ann. N. F. **19**, 226, (236), 1883.

(Eingegangen 15. September 1904.)

## Eine Bemerkung zu den Dimensionssystemen der Physik.

Von K. R. Johnson.

Die Zurückführung der physikalischen Grössen auf die drei mechanischen Grundeinheiten ist eine Frage, die von Zeit zu Zeit in den physikalischen Zeitschriften behandelt wird. Vor einiger Zeit hat Herr Gorczynski[1]) in dieser Zeitschrift einige Bemerkungen über diesen Gegenstand veröffentlicht, wo er die Notwendigkeit einer vollständigen Revision der Dimensionen der physikalischen Grössen betont. Es kann indessen in Frage gesetzt werden, ob eine solche Revision einige nennenswerte Resultate bringen kann.

Schon gegen die Festsetzung der Dimensionen $L\,M\,T^{-2}$ für die mechanische Kraft erheben sich gewisse Bedenken. Bekanntlich wurde die Notwendigkeit des Kraftbegriffes von Kirchhoff verleugnet und für diese Ansicht ist in neuerer Zeit Herr E. Mach getreten. Wenn man den Kraftbegriff nicht vollständig verwerfen kann oder will, so bleibt immer eine Unklarheit und Unbestimmtheit bei diesem Begriffe zurück. Wir wollen dagegen die Dimensionen der Kraft unbestimmt lassen und sie mit $X$ kurz bezeichnen. Demgemäss werden die Dimensionen der Arbeit durch $XL$ und die des Effekts durch $XL\,T^{-1}$ bezeichnet. Die übliche Darstellung des elektromagnetischen Masssystems liefert dabei die folgenden Dimensionen:

| | |
|---|---|
| Magnetische Menge | $X^{\frac{1}{2}}L$ |
| Elektrische Menge | $X^{\frac{1}{2}}T$ |
| Stromstärke | $X^{\frac{1}{2}}$ |
| Elektromotorische Kraft | $X^{\frac{1}{2}}L\,T^{-1}$ |
| Widerstand | $L\,T^{-1}$ |
| Kapazität | $L^{-1}T^{2}$ |
| Selbstinduktion | $L$ |

Und wir finden mithin, dass die abgeleiteten Grössen Widerstand, Kapazität und Selbstinduktion vollkommen unabhängig von den Dimensionen der Kraft sind.

Wenn der Kraftbegriff ungenügend formuliert

1) L. Gorczynski, diese Zeitschr. **4**, 153, 1902.

worden ist, so gilt selbstverständlich dasselbe von der Definition des mechanischen Potentials, und demgemäss muss man das elektrostatische Masssystem verwerfen.

Weil man den gebrochenen Exponenten der Grundeinheiten $L$, $M$ und $T$ keine verständliche Bedeutung beilegen kann, so würde man sich geneigt fühlen, die Dimensionen der Kraft dem Gravitationsgesetze zu entnehmen und $X = L^{-2} M^2$ setzen, wodurch die Bruchexponenten verschwinden würden. Die vermutete Abhängigkeit der Fernkräfte von einem fortpflanzenden Medium verbieten indessen eine solche Annahme, und es scheint deswegen am besten, unvollendet zu liefern, was man wohl jetzt zu vollführen nicht imstande ist.

(Eingegangen 23. Juni 1904.)

---

## Über die spezifische Wärme der Metallsulfide und das Joule-Neumann-Koppsche Gesetz.

Von Edmond van Aubel.

Herr Fr. Streintz hat kürzlich[1]) einen Aufsatz über die spezifische Wärme einiger Schwefelmetalle in ihrer Beziehung zum elektrischen Leitvermögen veröffentlicht.

In dieser Arbeit untersucht er Schwefelsilber im amorphen Zustande in der Form eines Pulvers. Er schreibt diesem die mittlere spezifische Wärme 0,0804 zwischen 15 und 100$^0$ zu. Nachdem er darauf hingewiesen hat, dass der Wert der spezifischen Wärme abnimmt, „wenn das Pulver gleich nach der Abkühlung einer neuerlichen Erwärmung unterworfen wird", fügt er hinzu:

„Das Joule-Koppsche Gesetz verlangt eine spezifische Wärme von 0,0706, wenn man nach Behn für die Atomwärme des Silbers den Wert 6,0 einsetzt. Die Übereinstimmung mit dem Gesetze ist mithin mangelhaft; wahrscheinlich wird sie auch nicht besser, wenn man das amorphe durch das natürliche krystallinische Pulver ersetzt, da auch das elektrische Leitvermögen von der Natur der Modifikation kaum beeinflusst wird."

Demnach wird also nach der Meinung des Herrn Streintz das Joule-Neumann-Koppsche Gesetz bei Schwefelsilber nicht bestätigt.

Andere Physiker haben schon früher die spezifische Wärme desselben Sulfids gemessen, um auch dieses Gesetz zu kontrollieren, und ihre Ergebnisse weichen von denen des Grazer Physiker erheblich ab. So hatte schon Regnault[1]) geschmolzenes Schwefelsilber untersucht, das er durch direkte Vereinigung von Schwefel mit fein verteiltem Silber erhalten hatte, und hierbei zwischen 7 und 98$^0$ die spezifische Wärme 0,07458 gefunden. A. Sella[2]) hat das natürliche Schwefelsilber (Silberglanz) aus Schneeberg in Sachsen untersucht und als Mittelwert von vier Versuchen 0,0746 zwischen 10 und 100$^0$ gefunden. Durch Anwendung des fraglichen Gesetzes erhält er 0,0712.

In neuerer Zeit hat W. A. Tilden[3]) die spezifische Wärme von Schwefelsilber zwischen 15 und 100$^0$ zu 0,0737 gefunden.

Die Ergebnisse von Regnault, Sella und Tilden differieren untereinander nicht weiter erheblich und kommen dem vom Joule-Koppschen Gesetze gelieferten Werte nahe, während sie viel kleiner als der von F. Streintz angegebene Wert sind. Andererseits haben Regnault, Neumann, Kopp, Joly, Lindner und Streintz die spezifische Wärme von Bleiglanz gemessen. Wie sich aus nachfolgender Tabelle ergiebt, stimmen die Ergebnisse durchaus nicht miteinander überein:

(Siehe untenstehende Tabelle.)

Nach den Untersuchungen von F. Streintz wäre es von Interesse, die elektrische Leitfähigkeit des von Lindner untersuchten Bleiglanzes zu kennen. Nachstehende Tabelle zeigt andererseits, dass es ganz illusorisch ist, das Joule-Neumann-Koppsche Gesetz an Mineralien wie Bleiglanz zu bestätigen zu suchen.

Ich habe es für angebracht gehalten, diese Arbeiten in Erinnerung zu bringen, hoffe jedoch, dass Herr Streintz hierin keine Kritik

1) Boltzmann-Festschrift, 1904, Artikel 27, S. 196 bis 203

1) Annales de chimie et de physique, 3. Serie, Bd. 1, 1841, S. 153 und Landolt-Börnstein, Physikalisch-chemische Tabellen, 2. Aufl., 1894, S. 326.

2) Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften, Göttingen, 1891, S. 319.

3) Proceedings of the Royal Society, London, Bd. LXXI, Nr. 471, S. 221, 13. Febr. 1903.

4) Proceedings of the Royal Society, London, Bd. XLI, 1886, S. 262.

5) G. Lindner, Die Abhängigkeit der spezifischen Wärme fester Körper von der Temperatur. Inaugural-Dissertation, Universität Erlangen, 1903, S. 23.

6) L. c.

| Spez. Wärme | Beobachter | Bemerkungen |
|---|---|---|
| 0,05406 von 13,27$^0$ bis 99,50$^0$ | Joly[4]) | „Four well-formed crystals ... cubo-octahedral" ... |
| 0,04921 „ 13,27$^0$ „ 99,60$^0$ | Joly | „Close grained fragments." |
| 0,04658 „ 0$^0$ „ 100$^0$ | Lindner[5]) | Wahrscheinlich nicht geschmolzener Bleiglanz. |
| 0,0529 „ 15$^0$ „ 100$^0$ | Streintz[6]) | Geschmolzener Bleiglanz. |
| 0,0557 „ 15$^0$ „ 100$^0$ | Streintz | Krystallisierter Bleiglanz. |

seiner interessanten Untersuchungen erblicken wird.

(Aus dem Französischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen am 21. Juni 1904.)

## Über die Zersetzung von Jodoform unter der Einwirkung von Sauerstoff und von Lichtstrahlen.

Von Edmond van Aubel.

Herr W. B. Hardy und Frl. E. G. Willcock haben im vorigen Jahre in den Proceedings of the Royal Society und neuerdings in der Zeitschrift für physikalische Chemie (**47**, 347, 1904) eine wichtige Arbeit veröffentlicht, in der sie bewiesen haben, dass in Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff etc. aufgelöstes Jodoform unter der Einwirkung des Lichtes, der X-Strahlen und der Radiumstrahlungen sich schnell rötet, vorausgesetzt, dass die Lösung mit Sauerstoff in Berührung kommt. Diese sehr empfindliche photochemische Reaktion rührt vom Freiwerden des Jods her; sie stellt eine der schnellsten durch Radiumstrahlen erzeugten chemischen Wirkungen dar. Bei Tageslicht tritt die Erscheinung in Chloroformlösung fast augenblicklich ein.

Die Verfasser der interessanten Arbeit glauben diese Wirkung der Sonnenstrahlen zuerst entdeckt zu haben. In Wirklichkeit hat jedoch E. Humbert[1]) schon im Jahre 1856 auf den Einfluss des Sonnenlichtes auf Jodoformlösungen hingewiesen; auch er hat die Farbenveränderung auf Rechnung des freiwerdenden Jods gesetzt, aber die neuerlichen Untersuchungen der beiden englischen Forscher sind vollständiger und beziehen sich auch auf X-Strahlen und auf die von Radiumsalzen ausgesandten Strahlungen.

Diese Erscheinungen treten in Jodoformlösungen auf. Nun kann man sich die Frage stellen, ob Licht auch auf Jodoform einwirkt, welches sich in einer nichtflüssigen Mischung befindet.

Zu diesem Zwecke habe ich ein Gemisch von weisser Vaseline und Jodoform hergestellt und dieses in einem kleinen Glasgefäss untergebracht. Ein Teil der Seitenfläche desselben war durch ein Stück dicken Papieres gegen die Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt, während der übrige Teil den Strahlungen ausgesetzt war. In kurzer Zeit wurde nun der Teil, auf den die Sonne hatte einwirken können, orangenrot, während der andere Teil eine hellgelbe Färbung behielt. Es ist dies sogar ein schöner Vorlesungsversuch.[2])

1) Journal de pharmacie et de chimie, 3. Serie, Bd. 29, 352, 1856.

2) Siehe auch Humbert, l. c.

Hierauf füllte ich mit derselben Mischung von Vaseline und Jodoform eine kleine Kartonschachtel an, deren Boden aus einer durchsichtigen Glimmerplatte bestand. Das Gemisch wurde den Strahlen ausgesetzt, die von 7 Milligramm reinen in einer mit einer dünnen Glimmerplatte bedeckten Ebonitkapsel enthaltenen Radiumbromids ausgingen. Ich setzte die Kartonschachtel auf die Ebonitkapsel und brachte das Ganze auf vier Tage in einen dunkeln Raum. Dann beobachtete ich, dass an den Stellen, wo der radioaktive Körper hatte einwirken können, in dem Vaseline-Jodoformgemisch ein Fleck entstanden war: Das Jodoform war also zersetzt.

Schliesslich erschien es mir von Interesse, zu untersuchen, ob Sonnenlicht auch noch bei niedriger Temperatur auf eine Lösung von Jodoform in Chloroform einwirkt. In das bekannte, aus Aceton und Kohlensäure bestehende Kältegemisch brachte ich ein Gefäss ein, welches eine Lösung von Jodoform in Chloroform enthielt; die verhältnismässig grosse freie Oberfläche dieser Flüssigkeit wurde dem Sonnenlicht ausgesetzt. Bei der auf diese Weise hergestellten Temperatur von $-45^0$ liess sich jedoch keine Farbenveränderung beobachten. Bei niedriger Temperatur tritt also die fragliche photochemische Wirkung nicht mehr ein oder ist wenigstens erheblich geschwächt, denn augenscheinlich hängt ja die Temperatur, bei der die Wirkung zu Null werden kann, von der Intensität der Sonnenstrahlen ab, und die eben besprochenen Versuche sind im Wintersemester ausgeführt worden.

(Aus dem Französischen übersetzt von A. Gradenwitz.)

(Eingegangen 26. Juni 1904.

## Ionenwanderung im Methylalkohol als Lösungsmittel.

Von C. Dempwolff.

Leitfähigkeitsmessungen in Methylalkohol sind bisher eine ganze Reihe ausgeführt worden; um jedoch ein vollständiges Bild der Ionenwanderung in diesem Lösungsmittel zu erhalten, bedarf es auch der Messung der Überführungszahlen, hier aber war das Beobachtungsmaterial bisher beschränkt auf ein paar vereinzelte Messungen.

In neuerer Zeit hat Carrara[1]) für eine Reihe von Salzen die Überführungszahlen in Methylalkohol bestimmt. Die vorliegende Arbeit ergänzt durch eine Anzahl weiterer Messungen diese Zahlen. Ferner soll in ihr der Versuch gemacht werden, mit Hilfe von teils alten, teils neuen Leitfähigkeitsbestimmungen und der Über-

1) Carrara, Memorie Academ. Lincei **4**, 338—387.

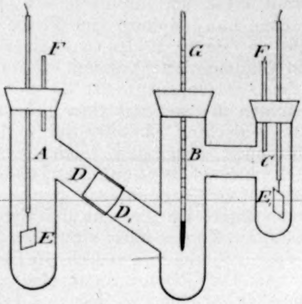



Fig. 1.

führungszahlen weiteren Aufschluss über die Ionenwanderung im Methylalkohol zu gewinnen.

Die Messungen der Überführungszahlen wurden ohne poröse Wand in einem Apparat, wie ihn Figur 1 angiebt, nach der alten Hittorfschen Methode ausgeführt.

Die Konzentration der verschiedenen Lösungen wurde durch Titration festgestellt, ein Silbervoltameter diente zur Messung der Strommenge, als Elektrizitätsquelle wurde die städtische Lichtleitung von 220 Volt benutzt.

Anfänglich diente als Anode zu meinen Versuchen eine Elektrode aus Kadmiumamalgam, da sich dieselbe jedoch bei verdünnteren Lösungen als ungeeignet erwies, verwandte ich später ausschliesslich Platinelektroden. Bei der Anwendung des Kadmiumamalgams als Anode traten Störungen durch sekundäre Prozesse auf, indem das gebildete Kadmiumsalz mit dem Methylalkohol sich umsetzte, ein Vorgang, der, analog der Bezeichnung Hydrolyse bei wässerigen Lösungen mancher Salze, mit dem Namen Alkoholyse anzusprechen ist. — Bei einer Jodkaliumlösung z. B. reagierte der Methylalkohol mit dem an der Anode in Lösung befindlichen Kadmiumjodid unter Bildung von Kadmiummethylat, das aus der Lösung als weisser voluminöser Niederschlag ausfällt, und Jodwasserstoff. Aber auch bei der Verwendung zweier Platinelektroden ergaben sich an der Anode Komplikationen. So wirkt z. B. bei der Elektrolyse der Chloride das freiwerdende Chlor auf den Methylalkohol ein, indem es denselben zu Formaldehyd unter Bildung von Salzsäure oxydiert. Diese reagiert ihrerseits wieder mit dem Formaldehyd und dem Methylalkohol weiter und es entsteht Chlormethyläther und Wasser. Dass dies Endprodukt thatsächlich Chlormethyläther ist, konnte ich durch einen Versuch im grossen nachweisen, indem ich eine Thonzelle in ein grosses Becherglas stellte, beides mit einer Lösung von Chlorlithium in Methylalkohol füllte und unter Verwendung von Platinelektroden elektrolysierte. Der so erhaltene Stoff erwies sich in allen seinen Eigenschaften als identisch mit dem auf rein chemischem Wege dargestellten Chlormethyläther.

Untersucht wurden die Salze:

$KCl$, $KBr$, $KJ$; $LiCl$, $LiBr$; $NaJ$, $NaCH_3O$; $AgNO_3$.

Die Titration musste sich in den Fällen, wo an der Anode sekundäre Prozesse auftraten, auf die Bestimmung der Konzentrationsänderung im Kathodengefäss beschränken, in allen anderen Fällen wurde zur Kontrolle auch die Konzentrationsänderung im Anodengefäss bestimmt. Die Temperatur betrug im Mittel 19° C. — Die Ergebnisse der Messungen finden sich in der nachstehenden Tabelle:

Lösungsmittel: Methylalkohol.

| *KJ* | | *KBr* | | *KCl* | | *LiBr* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | *n J* | Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | *n Br* | Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | *n Cl* | Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | *n Br* |
| 2,98 | 0,49 | 10,82 | 0,45 | 25,90 | 0,47 | 1,39 | 0,69 |
| 6,— | 0,44 | 19,20 | 0,43 | 47,52 | 0,44 | 4,27 | 0,65 |
| 12,50 | 0,37 | 29,75 | 0,42 | 58,74 | 0,44 | 11,49 | 0,56 |
| 20,34 | 0,33 | | | | | 21,75 | 0,55 |
| 52,87 | 0,32 | | | | | | |

Lösungsmittel: Methylalkohol.

| *LiCl* | | $CH_3ONa$ | | *NaJ* | | $AgNO_3$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | *n Cl* | Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | $n\,CH_3O$ | Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | *n J* | Anzahl Liter, in d. e. Mol. gelöst | 1—*n Ag* |
| 1,19 | 0,67 | 12,64 | 0,67 | 12,46 | 0,55 | 9,62 | 0,42 |
| 5,49 | 0,59 | 27,04 | 0,58 | | | 20,19 | 0,44 |
| 10,36 | 0,54 | 38,35 | 0,56 | | | 30,30 | 0,44 |
| 12,03 | 0,53 | | | | | 40,77 | 0,44 |
| 20,52 | 0,52 | | | | | | |

Aus den Tabellen geht hervor, dass die Ab- resp. Zunahme der Überführungszahlen vollkommen regelmässig mit der Veränderung der Konzentration der alkoholischen Lösungen verläuft, in derselben Weise wie bei den wässerigen.

Eine graphische Darstellung dieser Zahlen auf Figur 2 lässt bei sämtlichen auf diese

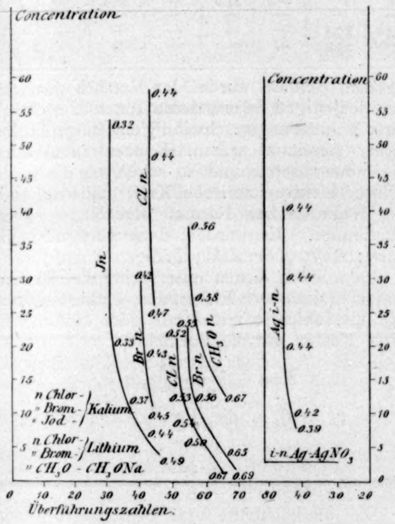



Fig. 2.

Weise erhaltenen Kurven die gleiche Gesetzmässigkeit erkennen, indem die Kurven zunächst rasch nach der Ordinate hin ansteigen, um von einem gewissen Punkte der Konzentration ab derselben parallel zu verlaufen. Die relative Wanderungsgeschwindigkeit der Halogenionen nimmt also anfangs mit Zunahme der Verdünnung ab und wird dann von einer bestimmten Konzentration an konstant. Für $AgNO_3$ gilt das gleiche, für das Kation *Ag* in umgekehrter Weise.

Die Konzentration der untersuchten Lösungen geht herunter bis auf ein $^1/_{59}$ Äquivalent (bei *KCl*), weiter herunterzugehen schien einmal nicht angebracht, weil in verdünnten Lösungen die Versuchsfehler zu gross werden, andererseits auch nicht nötig, da ja der Verlauf der Kurven zeigt, dass der Grenzwert der Überführungszahlen, wenn nicht vollkommen, so doch mit grosser Annäherung erreicht war. — Es wäre wünschenswert gewesen, wenn ich die Untersuchungen in umgekehrter Richtung etwa bis $^1/_1$ Äquivalentlösung hätte fortsetzen können; leider erlaubte dies in den meisten Fällen die geringe Löslichkeit der Salze nicht.

Von besonderem Interesse erwies sich die Untersuchung einer Lösung von Natriummethylat. Dasselbe entspricht in methylalkoholischer Lösung ganz einer in Wasser gelösten Base und zeigt ein analoges Verhalten. Die beobachteten Überführungszahlen in Konzentrationen von $^1/_{12}$ Äquivalent abwärts ergeben die Thatsache, dass die relative Wanderungsgeschwindigkeit des organischen Ionenkomplexes $CH_3O$ etwa so gross ist als die der Halogenionen, während von vornherein für das komplizierte Anion eine geringere Zahl zu erwarten gewesen wäre.

Hinsichtlich des untersuchten Silbernitrats wäre noch hervorzuheben, dass wegen der Lichtempfindlichkeit der Lösung die Versuche bei rotem Lichte bezw. in einem dunkeln Kasten angestellt wurden. Hier liess sich als Anode ein Silberblech sehr gut verwenden.

Vergleicht man die von Kohlrausch zusammengestellten Überführungszahlen für wässerige Lösungen der gleichen Salze mit den von mir für methylalkoholische Lösungen gefundenen, so tritt die Analogie der beiden klar zu Tage. Indessen sind in wässeriger Lösung die Werte der Überführungszahlen der Anionen bedeutend höher als im Methylalkohol, während die Verhältnisse beim Silbernitrat umgekehrt liegen.

Der zweite Teil meiner Untersuchungen betrifft die elektrischen Äquivalentleitfähigkeiten. Einmal wurden die Salze, deren Überführungszahlen ich bestimmte, in den dort verwendeten Konzentrationen untersucht, dann wurden aber durch Leitfähigkeitsbestimmungen in grösserer Verdünnung diese Zahlen ergänzt. Für *KJ* und *KBr* wurden die Werte von Völlmer[1]) und Zelinsky und Krapiwin[2]) für sehr verdünnte Lösungen von $^1/_{500}$ abwärts benutzt.

Die Grenzwerte der Äquivalentleitfähigkeit für unendliche Verdünnung sind nach dem von Kohlrausch[3]) angegebenen Extrapolationsverfahren berechnet ausser den Werten für *LiBr* und $NaCH_3O$, die mit Hilfe der Überführungszahlen gefunden sind. Die Werte für *KBr* sind durch Umrechnung der von Zelinsky und Krapiwin angegebenen Zahlen von 25° auf 18° gefunden, der Temperaturkoeffizient war für diese 7° Erniedrigung durch Beobachtung zu 10,1% ermittelt worden; die Zahlen für *KJ* sind aus Völlmers Werten durch Umrechnung der von Völlmer beobachteten Werte von Siemenseinheiten auf Ohm ermittelt.

1) Völlmer, Wied. Ann. **52**, 328, 1894.
2) Zelinsky und Krapiwin, Ztsch. phys. Chemie **21**, 35, 1896.
3) Kohlrausch, Wied. Ann. **66**, 793, 1898.

| *KCl* |  | *KBr* (z) |  | *KJ* (v) |  | *LiCl* |  | *LiBr* |  | *NaJ* |  | *NaCH₃O* |  | *AgNO₃* |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ | $v$ | $\lambda v$ |
| ∞ | 92 | ∞ | 98 | ∞ | 98 | ∞ | 77 | ∞ | [78] | ∞ | 94 | ∞ | [94] | ∞ | 98 |
| 5000 | 88 | 4096 | 91,3 | 5680 | 92,3 | 5000 | 75 | — | — | 5000 | 90,8 | — | — | 5000 | 89 |
| 1000 | 86,6 | 1024 | 87,6 | 1799 | 90,9 | 1000 | 74,4 | — | — | 1000 | 89,8 | — | — | 1000 | 86 |
| 500 | 85 | 512 | 84 | 568 | 88 | 500 | 74 | — | — | 500 | 84,4 | — | — | 500 | 82 |
| 59 | 70,8 | — | — | 52,5 | 79,6 | — | — | — | — | — | — | 50 | 43,7 | 40,8 | 52,9 |
| 48 | 68,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 40 | 43,0 | 30,3 | 50,1 |
| — | — | 30 | 68,7 | — | — | — | — | — | — | — | — | 31 | 40,8 | 20,2 | 45 |
| 26 | 63,2 | 19 | 64,4 | 20 | 71,4 | 20,5 | 52,9 | 22 | 57 | — | — | 26 | 39,5 | 9,6 | 36,2 |
| — | — | 11 | 58,2 | 12,5 | 67,0 | 12 | 47,6 | 12 | 51 | 12,5 | 57,3 | 12 | 32,5 | 6,2 | 30,1 |
| — | — | — | — | 5,98 | 59,9 | 10,5 | 46,3 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | 2,97 | 51,8 | 5,6 | 39,7 | 4,28 | 40,5 | — | — | — | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | 1,16 | 20,0 | 1,38 | 25,4 | — | — | — | — | — | — |

Im allgemeinen weisen die Zahlen keine gute Übereinstimmung nach. Insbesondere fällt die grosse Verschiedenheit der *KBr* und *KJ* einerseits von dem *KCl* auf, eine Abweichung vom Verhalten wässeriger Lösungen, über deren Ursache man sich keine rechte Vorstellung machen kann. Jedenfalls dürften diese Zahlen noch aus unbekannten Gründen mit einem Fehler behaftet sein, der sich dann auch in den hohen Werten für *NaJ* wiederfindet. Dass $AgNO_3$ so hohe Werte der Leitfähigkeit in den verdünnten Lösungen zeigt, dürfte eher zu erklären sein. Man könnte da an Alkoholyse denken, und das abnorme Wachsen der Leitfähigkeit durch Bildung von Wasserstoffionen erklären. Die Messungen der Äquivalentleitfähigkeiten des $NaCH_3O$ lassen erkennen, dass sich dasselbe ganz verhält wie eine mittelstarke Base in wässeriger Lösung.

Die Grenzwerte der Äquivalentleitfähigkeit ergeben mit den in der verdünntesten Lösung beobachteten Überführungszahlen die Wanderungsgeschwindigkeiten:

| *KCl* |  | *KBr* |  | *KJ* |  | *LiCl* |  | *LiBr* |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $u$ | $v$ | $u$ | $v$ | $u$ | $v$ | $u$ | $v$ | $u$ | $v$ |
| 51,5 | 40,5 | 56,8 | 41,2 | 66,6 | 31,4 | 37,0 | 40,0 | [37] | 41 |

| $AgNO_3$ |  | *NaJ* |  | $NaCH_3O$ |  |
|---|---|---|---|---|---|
| $u$ | $v$ | $u$ | $v$ | $u$ | $v$ |
| 43,1 | 54,9 | 42,3 | 51,7 | [42,3] | 53,6. |

Die eingeklammerten Werte sind nicht berechnet, sondern von dem anderen Salz übernommen.

Die Werte für die *Cl*- und *Br*-Verbindungen zeigen allein Übereinstimmung, die Mittelwerte sind für

$$u_k = 54; \; u_{Li} = 37; \; v_{Cl} = 40; \; v_{Br} = 41,$$

doch ist ein möglicher Fehler von einigen Einheiten nicht ausgeschlossen. — Für $AgNO_3$ stimmt der besonders hohe Wert von $v_{NO_3} = 55$ mit der oben angedeuteten Möglichkeit der Alkoholyse überein; die Jodverbindungen dagegen weisen so grosse Differenzen auf, dass man nur wie oben den Schluss ziehen kann, dass unbekannte Komplikationen sowohl Leitfähigkeit wie Überführungszahl unsicher machen.

Zum Schluss wurde der Versuch gemacht, aus denjenigen Salzen, deren Ionen hinsichtlich ihrer Wanderungsgeschwindigkeit einigermassen sicher bestimmt waren, Konzentrationsketten zusammenzusetzen und zu sehen, ob die beobachtete elektromotorische Kraft mit der nach der Nernstschen Formel berechneten übereinstimmte. Es wurden dazu verwendet die Salze: *KCl*; *KBr*; *LiCl*; *LiBr*.

Es wurden Ketten untersucht, die für das Anion umkehrbare Elektroden enthielten, also *Hg* überschichtet mit *HgCl* oder *HgBr*. Für diese Ketten gilt die Formel:

$$E = -\frac{RT}{n}\frac{2u}{u+v} \ln \frac{c_1}{c_2},$$

wobei $c_1$ und $c_2$ die Ionenkonzentration bedeuten, gegeben durch $\frac{\lambda v}{\lambda \infty} \times C$, wenn $C$ die Gesamtkonzentration ist.

Die beobachteten und berechneten Werte finden sich in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Lösungsmittel: Methylalkohol.

| Salz | Ionenkonzentrat. |  | Elektromot. Kraft i. Volt |  | Absol. Temperat. C.⁰ |
|---|---|---|---|---|---|
|  | $c_1$ | $c_2$ | berechnet | beobachtet |  |
| *KCl* | 0,0385 | 0,0169 | 0,0182 | 0,0171 | 291 |
| *KBr* | 0,0909 | 0,0333 | 0,0202 | 0,0215 | „ |
| „ | 0,0526 | 0,0333 | 0,0095 | 0,0094 | „ |
| *LiCl* | 0,6250 | 0,0487 | 0,0302 | 0,0328 | „ |
| „ | 0,1786 | 0,0487 | 0,0161 | 0,0176 | „ |
| „ | 0,0833 | 0,0487 | 0,0068 | 0,0070 | „ |
| *LiBr* | 0,7246 | 0,0455 | 0,0307 | 0,0318 | „ |
| „ | 0,2336 | 0,0455 | 0,0203 | 0,0203 | „ |
| „ | 0,0833 | 0,0455 | 0,0078 | 0,0087 | „ |

Die Übereinstimmung ist eine befriedigende und beweist sowohl die Gültigkeit der Nernstschen Formel für Konzentrationsketten in Methylalkohol als sie auch umgekehrt die Richtigkeit der Werte der Wanderungsgeschwindigkeit und Leitfähigkeit ziemlich sicher macht.

Die Resultate der Untersuchungen lassen sich daher in folgender Weise zusammenfassen:

1. Wie in wässeriger Lösung streben auch in Methylalkohol die Überführungszahlen einem Grenzwerte zu.

2. Die Gültigkeit des Kohlrauschschen Gesetzes der unabhängigen Wanderung der Ionen wenigstens für Lösungen von *KCl*, *RBr*, *LiCl* und *LiBr* besteht auch für den Methylalkohol.

3. Die Gültigkeit der Nernstschen Formel der Konzentrationsketten herrscht auch für die angeführten Salze in Lösung von Methylalkohol.

Vorstehende Arbeit wurde in dem Laboratorium des Herrn Professor Dr. Kümmell auf dessen Anregung ausgeführt. Seine wertvollen Ratschläge und freundliche Unterstützung verpflichten mich auch an dieser Stelle zum herzlichsten Danke.

(Eingegangen am 15. August 1904.)

# BESPRECHUNGEN.

**Heinrich Bruns, Grundlinien des wissenschaftlichen Rechnens.** gr. 8. IV u. 160 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1903. Preis M. 3,60, in Leinen gebunden M. 4,—.

Ein gewaltiges Ziffernmaterial wird von unseren wissenschaftlichen Instituten fortwährend zu Tage gefördert; bedenkt man nun, dass diese, mit Aufwendung von Zeit und Kraft und mit Benutzung kostspieliger Instrumente gewonnenen Schätze ungenutzt wieder versinken, wenn sie nicht rechnerisch verarbeitet werden, dass ihr Wert zum mindesten stark beeinträchtigt wird, wenn diese Verarbeitung nicht rasch erfolgt, so wird man Herrn Bruns unbedingt beistimmen, wenn er der Rechentechnik und ihren mechanischen Hilfsmitteln eine sehr grosse Wichtigkeit beimisst, man wird es dankbar begrüssen, dass er selbst uns in dem vorliegenden Buche eine ganz vortreffliche Monographie der Methoden des „wissenschaftlichen Rechnens" geschenkt hat. Diese Methoden, obgleich für einen durchaus praktischen Zweck geschaffen, bieten zugleich ein hohes wissenschaftliches Interesse; sie geben von den Eigenschaften der Funktionen eine weit eindringlichere, greifbarere Vorstellung als die rein theoretischen Methoden der Analysis. Und so wird die Brunssche Schrift nicht nur den Rechnern ein wertvolles Hilfsmittel, sondern auch vielen Lesern mit rein theoretischen Neigungen einen hohen, wenn auch nicht mühelosen, Genuss gewähren. Die überaus klare, aber durchgehends knappe Darstellung setzt zwar kaum andere Vorkenntnisse voraus als die Grundbegriffe der Differential- und Integralrechnung, stellt aber trotzdem an die Intelligenz und Reife des Lesers nicht unbeträchtliche Anforderungen. Als Leitfaden beim akademischen Unterricht, wozu es in erster Linie bestimmt ist, wird das Buch seine ausgezeichneten Eigenschaften nutzbringend bewähren.

Es ist nicht leicht, in dem engen Rahmen, welcher diesem Referate vorgezeichnet ist, den Gegenstand des kleinen aber inhaltreichen Buches zu analysieren; doch wollen wir versuchen, die wichtigsten der behandelten Probleme kurz zu skizzieren.

Eine Funktion kann auf zwei wesentlich verschiedene Arten bestimmt sein. Entweder wir besitzen ein Verfahren, welches gestattet, zu gegebenen Werten der unabhängigen Variablen die Funktionswerte direkt — sei es genau oder mit der erforderlichen Annäherung — zu ermitteln. Oder es ist uns lediglich ein Satz von zusammengehörigen Wertsystemen der unabhängigen und der abhängigen Variablen gegeben; für solche Werte des Arguments, welche in diesem gegebenen Satze nicht enthalten sind, bleiben dann die Funktionswerte zunächst unbestimmt. Sie lassen sich jedoch mit einer für viele Zwecke ausreichenden Genauigkeit angeben, wenn wir noch eine gewisse Kenntnis von dem allgemeinen Verlauf der Funktion in dem betreffenden Intervall besitzen, oder eine gewisse wahrscheinliche Annahme über diesen Verlauf zu Grunde legen.

Diese als Interpolation bezeichnete Aufgabe, eine gegebene Reihe von Funktionswerten durch Einschaltung weiterer wahrscheinlicher Werte zu vervollständigen, bildet eines der Fundamentalprobleme des wissenschaftlichen Rechnens und daher auch den hauptsächlichsten Inhalt des vorliegenden Buches. Die in Betracht kommenden Operationen, deren Gesamtheit man wohl als „praktische Analysis" den gewöhnlichen auf rein theoretische Zwecke gerichteten Methoden gegenüberstellen dürfte, sind dadurch am schärfsten charakterisiert, dass sie mit endlichen Differenzen und Summen rechnen, wo diese mit Differentialen und Integralen operieren. Es sind also Probleme der Differenzenrechnung, welche uns vorwiegend beschäftigen. Demgemäss behandelt der erste Abschnitt unseres Buches die Eigenschaften eines Differenzenschemas, d. h. einer aus mehreren Zeilen und Spalten bestehenden Tafel von Ziffern, welche so angelegt ist, dass in jeder Spalte die Differenzen aus je zwei untereinander stehenden Ziffern der links vorhergehenden Spalte auf einer Zwischenzeile eingetragen sind. Ein solches Schema lässt sich nach rechts hin unbegrenzt und in vollkommen bestimmter Weise fortsetzen, während jede Spalte, welche nach links hin (d. h. durch Summenbildung) angesetzt

wird, eine willkürliche Konstante enthält, das Analogon der Integrationskonstante.

Eine aus numerischen Daten zu berechnende Funktion muss nun zunächst „tabuliert" werden; d. h. man bildet aus den gegebenen Funktionswerten eine Spalte und entwirft ein Differenzenschema, die „Haupttabelle", sowie ein zweites Schema, die „Zwischentabelle", in welches die Werte des arithmetischen Mittels aus je zwei untereinanderstehenden Werten der Haupttabelle an entsprechenden Stellen eingetragen werden. Entsprechen die Ausgangswerte der Funktion einer Argumentreihe, welche mit konstantem Intervall (Tafelintervall) fortschreitet, was zunächst vorausgesetzt wird, so treten bei der Tabulierung bemerkenswerte Gesetzmässigkeiten auf.

Besitzt die Funktion in dem der gegebenen Wertreihe entsprechenden Gebiet eine Taylorsche Entwicklung, so zeigen die numerischen Beträge des Differenzenschemas von links nach rechts eine ausgesprochene Abnahme, und durch Verkleinerung des Intervalls lassen sich die Differenzen einer höheren Ordnung bis zur Unmerklichkeit herabdrücken. Sind die gegebenen Funktionswerte mit Fehlern behaftet, so machen sich diese Fehler durch alle Spalten der Tabelle hindurch geltend, aber in gesetzmässiger und leicht zu übersehender Weise, so dass man die aus dieser Quelle fliessenden Irrtümer vermeiden kann. Greift man nun aus jeder Spalte der Haupttabelle ein beliebiges Glied heraus, so lässt sich der Funktionswert für einen beliebigen, nicht in der Tabelle enthaltenen Zwischenwert des Argumentes linear durch die ausgewählten Grössen ausdrücken. Ist die tabulierte Funktion eine ganz rationale Funktion, so besteht dieser Ausdruck aus einer endlichen Anzahl von Gliedern und liefert den gesuchten Funktionswert in aller Strenge. Ist dagegen die tabulierte Funktion eine Taylorsche Reihe, so besteht der erwähnte lineare Ausdruck aus einer unendlichen Anzahl von Gliedern, kann aber ohne schädliche Fehler mit dem $n$ten Gliede abgebrochen werden, wenn das Tafelintervall hinreichend klein gewählt wird, und die Existenz einer endlichen Ableitung $n$ter Ordnung für eine gewisse Argumentstrecke gesichert ist. Aus der angeführten allgemeinen Darstellungsform fliessen nun zahlreiche spezielle Interpolationsformeln, da es noch unserer Willkür überlassen ist, welches Glied wir in jeder Spalte herausgreifen wollen. Sechs derartige Formeln werden in dem zweiten Abschnitt behandelt; vier davon sind bei den Rechnern allgemein in Gebrauch und nach Newton, Gauss, Stirling und Bessel benannt; die beiden anderen sind als Varianten der Gaussschen Formel anzusehen. Jede dieser Formeln hat ihre besonderen Vorteile; je nach den Umständen wird man die eine oder die andere bevorzugen; so ist z. B. die Newtonsche Formel im allgemeinen weniger vorteilhaft; ihre Anwendung empfiehlt sich aber, wenn die Interpolation in einem Endintervall der vorgelegten Tafel auszuführen ist, weil alsdann die übrigen Formeln versagen.

Mit Benutzung des Differenzenschemas der vorgelegten Funktion lassen sich nun unter gewissen Voraussetzungen auch die numerischen Werte ihrer Differentialquotienten und Integrale ermitteln, ohne dass man genötigt wäre, den analytischen Ausdruck der Funktion zu Hilfe zu nehmen. Mit der „numerischen Differentiation" und der „numerischen Integration" beschäftigen sich daher die vier folgenden Abschnitte. Die rechnerische Auswertung bestimmter Integrale pflegt man als „mechanische Quadratur" zu bezeichnen; mit Recht verwirft Herr Bruns diese durchaus veraltete Anwendung des Ausdruckes, welchen er nur für die mit Hilfe von Integrationsmaschinen ausgeführten Quadraturen gebraucht wissen will. Von den drei behandelten Methoden der numerischen Integration schliesst sich die „Summenmethode" dem Interpolationsverfahren am engsten an. Nur ist jetzt das Differenzenschema von der Spalte der Funktionswerte aus auch nach links hin, d. h. durch Summenbildung, fortzusetzen, wodurch nach dem oben Gesagten willkürliche Konstanten eintreten. Die Summenmethode kann auch für die numerische Integration von Differentialgleichungen nutzbar gemacht werden; der Grundgedanke dieses Verfahrens, von welchem sich nicht wohl eine allgemeine Darstellung geben lässt, wird an einem Beispiel auseinandergesetzt. Eine zweite Methode, die „Viereckverbesserung" führt ihren Namen deshalb, weil sie die Flächenstreifen, aus welchen sich die Quadratur zusammensetzt, in erster Annäherung durch gewisse Vierecke, Trapeze bezw. Rechtecke, ersetzt; mit der vorhergehenden Methode teilt sie den Vorzug, dass man aus dem Verhalten der Differenzen zu ersehen vermag, ob man die Ordinaten dicht genug gewählt hat, um die erforderliche Genauigkeit des Resultates verbürgen zu können. Dies gilt nicht von der dritten „Methode der Mittelwerte". Nach dieser stellt sich der Näherungswert des Integrals dar als das Produkt aus dem Integrationsintervall und einem aus $n$ Funktionswerten mit $n$ Gewichten gebildeten Mittel; geometrisch gesprochen kommt das Verfahren darauf hinaus, ein gesuchtes Kurvenstück durch den Bogen einer Parabel $(n-1)$ter Ordnung zu approximieren, welche $n$ Punkte mit jenem gemein hat. Um die Funktionswerte und die oben als Gewichte bezeichneten Faktoren zweckmässig wählen zu können, müssen wir über den Verlauf der gesuchten Funktion ausreichende Anhaltspunkte besitzen. Herr Bruns

macht eine doppelte Anwendung des Verfahrens, indem er die Funktion einmal als Taylorsche Entwicklung, hierauf als trigonometrische Reihe voraussetzt. In beiden Fällen ist eine rasche Konvergenz der hypothetischen Reihe die notwendige Bedingung für eine vorteilhafte Benutzung der Methode.

Die Koeffizienten einer trigonometrischen Reihe stellen sich dar als Integrale über die mit einem Kosinus oder Sinus multiplizierte Reihensumme und lassen sich daher nach der Mittelwertmethode aus einer Anzahl gegebener Werte dieser Funktion berechnen. Wir können uns also der genannten Methode bedienen, wenn es sich darum handelt, für eine durch numerische Daten charakterisierte periodische Funktion den analytischen Ausdruck zu finden. Da jedoch ein endlicher Satz von Funktionswerten nur eine endliche Anzahl von Koeffizienten zu berechnen gestattet, so ist wiederum die Annahme notwendig, dass von einer gewissen, im Endlichen gelegenen Stelle an, die Koeffizienten und der ganze Rest der Reihe unmerklich werden. Von vornherein ist es nun im allgemeinen zweifelhaft, wieweit man die Koeffizienten zu berücksichtigen, wieviele Funktionswerte man zu Grunde zu legen hat. Man wird daher die Rechnung mit einer nach Gutdünken gemachten Annahme beginnen und nachher, wenn nötig, durch Einschaltung weiterer Funktionswerte vervollständigen. Die Untersuchung der Art und Weise, in welcher dies am zweckmässigsten geschieht, bildet den Gegenstand des siebenten Abschnittes.

Der folgende behandelt die Berechnung der Koeffizienten von Reihen, für welche Rekursionsformeln gegeben sind. Hier ist besonders Sorge zu tragen, dass Fehler, mit welchen die ersten Koeffizienten etwa behaftet sind, bei der stufenweise fortschreitenden Berechnung der höheren Glieder nicht vergrössert in diese eingehen und das ganze Verfahren illusorisch machen.

Der letzte, knapp gehaltene, aber besonders reizvolle Abschnitt trägt die Überschrift: Interpolation im weiteren Sinne; kam das eingangs behandelte Interpolationsverfahren, geometrisch gesprochen, darauf hinaus, eine gesuchte Kurve in kleinere Bogenstücke zerlegt zu denken und jedes einzelne derselben durch den Bogen einer Parabel höherer Ordnung zu approximieren, so handelt es sich jetzt darum, die Kurve für das ganze in Betracht kommende Abszissengebiet durch eine einzige Parabel höherer Ordnung zu ersetzen und einen hinreichend engen Anschluss beider Kurven zu bewirken. Die Anzahl der zu bestimmenden Parameter pflegt bei solchen Problemen kleiner zu sein als die Anzahl der gegebenen Kurvenpunkte. Die Bestimmungsgleichungen lassen sich daher nicht sämtlich streng erfüllen; es handelt sich darum, die Gesamtheit der Fehler möglichst herunterzudrücken. Der Lösung dieser Aufgabe dient die Methode der kleinsten Quadrate und das Cauchysche Interpolationsverfahren; eine Skizzierung beider Methoden bildet den Schluss des Brunsschen Buches.

Es mag noch erwähnt werden, dass der Verfasser an zahlreichen Stellen seines Werkes schätzenswerte Fingerzeige giebt, wie die bei den dargestellten Methoden nötigen Rechenoperationen mit Hilfe gebräuchlicher Rechenmaschinen ausgeführt werden können.

Heidelberg, 16. April 1904.

Karl Boehm.

(Eingegangen 19. April 1904.)

---

**W. Borchers, Die Beziehungen zwischen Äquivalentvolumen und Atomgewicht.** Ein Beitrag zur Festigung und Vervollständigung des periodischen Systems der Elemente. gr. 8. 17 S. Halle, W. Knapp. 1904. M. —80.

Das periodische System der Elemente ist erst in neuerer Zeit wieder in den Vordergrund des Interesses gerückt durch die Entdeckung der Edelgase und der radioaktiven Substanzen. Hier handelt es sich aber nicht um einen Ausbau des Systems in dieser neuen Richtung, sondern um einen wohlgelungenen Versuch, die Beziehung zwischen der Raumerfüllung der verschiedenen Elemente im festen Zustande und dem Atomgewicht in gesetzmässigerer Form hervortreten zu lassen, als das bisher möglich war, wo man das Atomvolum der Darstellung zu Grunde legte. Der Verfasser setzt an Stelle des Atomvolums das Äquivalentvolum und zeigt, dass zwischen verwandten Elementen sich äusserst einfache Beziehungen ergeben. Streng zahlenmässig gültige Beziehungen sind natürlich hier so wenig wie beim Atomvolum zu erwarten, weil die verschiedenen spezifischen Gewichte der Elemente sich nicht auf streng vergleichbare Zustände beziehen. E. Bose.

---

**Bruno Kolbe, Einführung in die Elektrizitätslehre.** I. Statische Elektrizität. 2. verb. Auflage. gr. 8. VIII u. 164 S. mit 76 Figuren. Berlin, J. Springer. 1904. M. 2,40, in Leinwand gebunden M. 3,20.

Hier liegt in der That eine Sammlung von Vorträgen über die Grundzüge der Elektrostatik vor, die mit seltenem didaktischen Talent abgefasst ist. Das Büchlein dürfte sowohl zum Selbststudium als auch für den Unterricht in Lehranstalten sehr geeignet sein. Die sachgemässe Ausnutzung einer kleinen Zahl von Apparaten und das Bestreben, auch über die

quantitativen Verhältnisse in den einzelnen Fällen einen Überblick zu geben, zusammen mit der Form des ungezwungenen Vortrags geben dem Büchlein ein anheimelndes Gepräge. Dem Physiklehrer wird das Büchlein keine unwillkommene Gabe sein. E. Bose.

**Friedr. Schoedler, Das Buch von der Natur,** 23., vollständig neu bearbeitete Auflage. Dritter Teil: Astronomie und Physik, 1. Abteilung: Astronomie, von B. Schwalbe, beendet und herausgegeben von H. Böttger. Mit einem Lebensbild des Verfassers. gr. 8. XIV u. 319 S. mit 170 Abbildungen u. 13 Tafeln. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1904. M. 6,—, in Leinw. gebunden M. 7,—

Schwalbes Bearbeitung der Astronomie für das populäre Buch der Natur bedarf keiner Empfehlung mehr; der vorzüglich ausgestattete Band ist bekannt genug. Wohl aber bedarf es eines Hinweises auf den leider viel zu früh erfolgten Tod des verdienstvollen Herausgebers, dessen Bedeutung für das naturwissenschaftliche Unterrichtswesen Preussens weit über seine Stellung als Direktor des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums zu Berlin hinausreichte und ihm ein dauerndes Andenken sichert. E. Bose.

**Siegfried Valentiner, Die elektromagnetische Rotation und die unipolare Induktion in historisch-kritischer Behandlung.** gr. 8. 70 S. mit Abb. Karlsruhe, G. Braunsche Hofbuchdruckerei. M. 2.—.

Die vorliegende ziemlich umfangreiche Monographie des Verfassers behandelt in ihrem ersten Hauptteile den Zusammenhang der Kraftlinientheorien mit den verschiedenen elektrodynamischen Elementargesetzen und führt dann an der Hand von Betrachtungen über einen typischen Fall des Rotationsapparates zu einem allgemeinen Kriterium, welches die Voraussage des Effektes in einem beliebigen Falle gestattet. Der zweite Teil der Abhandlung giebt dann einen über die gesamte Litteratur des Gegenstandes sich erstreckenden historisch-kritischen Überblick. Als zusammenfassende Bearbeitung des umfangreichen Materiales wird die Abhandlung zweifellos willkommen sein. E. Bose.

**Paul Gerber, Über den Einfluss der Bewegung der Körper auf die Fortpflanzung der Wirkungen im Äther.** Aus dem Osterprogramm der Realschule in Stargard in Pommern 1904.

Der Verfasser diskutiert eingehend die verschiedensten Versuche, welche zur Entscheidung der Frage gemacht worden sind, ob der Äther an der Bewegung der Körper teilnehme oder nicht. Er schliesst, dass, da einzelne Versuche ebenso zweifellos einen ruhenden Äther zu fordern scheinen als andere einen mitbewegten Äther verlangen, der Quell des Widerspruches in der Grundannahme zu suchen sei, dass dem Äther Masse zukomme. Er plädiert daher für die völlige Ausschaltung dieser Annahme und ist der Ansicht, dass wenn seine Auffassung auch der Anschaulichkeit entbehrt, sie doch „eine einheitliche und grundgesetzliche Erklärung einer Gruppe bisher disharmonisch auseinanderfallender Thatsachen liefert". E. Bose.

(Eingegangen 3. August 1904.)

**W. Voigt, Thermodynamik.** I. Band. Einleitung: Thermometrie, Kalorimetrie, Wärmeleitung. — 1. Teil: Thermisch-mechanische Umsetzungen. gr. 8. XV u. 360 S. mit 43 Figuren. Leipzig, G. J. Göschen. 1903. Gebunden M. 10,—.

Die Umgrenzung des zur Thermodynamik gehörigen Gebietes wird in dem Werk, dessen erster Band vorliegt, erheblich weiter genommen als in den meisten Lehrbüchern üblich ist. Der erste Band enthält die prinzipiell wichtigsten Teile, die Ableitung der Grundgleichungen und deren Anwendung auf thermisch-mechanische Erscheinungen; im zweiten Band sollen auch chemische Vorgänge und Zustandsänderungen; im dritten elektromagnetische Einwirkungen und die Strahlungserscheinungen behandelt werden. Die Einleitung beginnt mit einem Kapitel über Thermometrie, worin die empirischen Grundlagen der Temperaturmessung aufs sorgfältigste betont werden, daran schliesst sich ein Kapitel über Kalorimetrie und hierauf folgt die Behandlung eines gewöhnlich nicht in die Thermodynamik hereinbezogenen Gebietes, nämlich der Wärmeleitung, wobei auch einige einfachere Beispiele durchgerechnet werden. Nach einer Darlegung der mechanischen Grundprinzipien wird dann zur Ableitung der Grundgleichungen und ihrer Anwendung auf Gase, Flüssigkeiten und elastische Körper mit zwei und mehr Variabeln übergegangen. Ein besonderer Vorzug des Buches liegt darin, dass in allen Kapiteln Anwendungen der abgeleiteten Sätze in grosser Anzahl nicht nur mitgeteilt, sondern auch durchgerechnet werden.

Es sei da hingewiesen auf die Beispiele aus der kosmischen Physik, die Theorie der Sonnenwärme nach J. R. Mayer und nach Helmholtz und die Behandlung des indifferenten Gleichgewichts in der Atmosphäre, ferner auf verschiedene technische Probleme. Auch sonst finden wir manche Gebiete in erweiterterer und vertiefterer Form behandelt, als es in der Regel

in den elementaren Lehrbüchern der Thermodynamik zu geschehen pflegt, so die Polytropen, das Verhalten deformierbarer anisotroper Körper, eine allgemeine Aufstellung der thermodynamischen Potentiale auch für feste elastische Körper, die thermischen Dilatationen und adiabatischen Elastizitätskonstanten u. s. w. Man wird staunen, einen so gewaltigen Stoff auf dem Raum von 360 Seiten behandelt zu finden, um so mehr als überall auf eine möglichst allgemeine Behandlung und grösste Sorgfalt in begrifflicher und mathematischer Hinsicht Wert gelegt worden ist. Es ist klar, dass ein Buch mit so konzentriertem Inhalt für den Anfänger nicht gerade leicht zu lesen ist, trotzdem wird es aber auch seinem Zweck als Einführung vollständig gerecht, nicht nur weil keine über das Notwendigste hinausgehenden mathematischen Vorkenntnisse gefordert werden, sondern weil auch der dem Gebiet ferner Stehende bei eingehendem Studium dem Gedankengang zu folgen und alle Schwierigkeiten zu überwinden imstande sein wird. V. Rothmund.

(Eingegangen 12. August 1904.)

**G. Tammann, Krystallisieren und Schmelzen.** Ein Beitrag zur Lehre der Änderungen des Aggregatzustandes. gr. 8. X u. 348 S. mit 88 Abbildgn. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1903. M. 8,—; in Leinwand gebunden M. 9,—.

Der Verf. hat sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, die Resultate seiner langjährigen Forschungen zusammenfassend darzustellen. Auch manche bisher noch nicht veröffentlichte Beobachtungen sind darin aufgenommen. Diese Entstehung ist auch massgebend gewesen für den Charakter des Werkes: es ist kein Lehrbuch und soll es auch nicht sein. Dazu müsste die Auswahl des Stoffes vollständiger, die Anordnung systematischer sein. Es hat ganz den Charakter einer Originalarbeit behalten und dementsprechend sind auch in theoretischer Hinsicht die persönlichen Ansichten des Verf. ausschliesslich massgebend. Es gilt dies namentlich in Bezug auf die von ihm im Gegensatz zu anderen Forschern vertretene Ansicht, dass ein stetiger Übergang zwischen dem krystallisierten und flüssigen Zustand, wie er nach Analogie mit dem Verdampfungsprozess vielfach vermutet worden ist, nicht stattfindet, und dass die Schmelzkurven geschlossene Kurven seien. Das wesentlichste vom Verf. experimentell in Angriff genommene Problem war die Festlegung der Schmelzdruckkurven, und wie man auch über die Beweiskraft der Versuche zu Gunsten der erwähnten Ansicht denken mag, jedenfalls bedeuten die Untersuchungen mehr als eine Erweiterung unserer Kenntnisse, eher eine Erschliessung eines bisher kaum bekannten Gebietes. Für eine grosse Anzahl von Substanzen sind bis in die Gebiete der höchsten der experimentellen Technik zur Zeit zugänglichen Drucke die Untersuchungen ausgedehnt worden. Der Verf. war in der Regel genötigt, sich die Untersuchungsmethoden selbst zu schaffen und vielfach wird man mit Bewunderung von den scharfsinnigen experimentellen Anordnungen Kenntnis nehmen. Da die Resultate im einzelnen aus den früheren Publikationen zum grossen Teil bekannt sind, braucht hier nicht mehr darauf eingegangen zu werden, doch sei hier noch einmal erinnert an die zahlreichen neuen Fälle von Polymorphie, welche die Untersuchungen des Verf. aufgedeckt haben, besonders an das interessante Verhalten des Eises und des Phenols. V. Rothmund.

(Eingegangen 12. August 1904.)

**W. Ostwald und R. Luther, Hand- und Hülfsbuch zur Ausführung physiko-chemischer Messungen.** Zweite Auflage. gr. 8. 492 S. Leipzig, Wilhelm Engelmann. 1902. M. 15,—.

Etwas verspätet erscheint die Anzeige dieses Buches. Es dürfte mittlerweile in die Hände eines jeden physikalischen Chemikers gelangt sein. Die reichen Erfahrungen, die Ostwald in der ersten Auflage niedergelegt hatte, haben jetzt durch ihn und durch den Subdirektor des Instituts Luther Erweiterungen und Zusätze erfahren, welche die fortschreitende Entwickelung der physikalischen Chemie erbracht hat. Speziell dem Leserkreise dieser Zeitschrift dürfte das Hand- und Hilfsbuch eine willkommene Ergänzung zu Kohlrauschs Lehrbuch der praktischen Physik bieten. Coehn.

(Eingegangen 15. August 1904.)

**Monographieen über angewandte Elektrochemie.** Halle a. S., W. Knapp.

VIII. Band: **Viktor Engelhardt, Hypochlorite und elektrische Bleiche.** Technisch-konstruktiver Teil. gr. 8. XIV u. 275 S. mit 266 Figuren und 64 Tabellen im Text. 1903. M. 12,—.

Der Vorgang, mit dessen technischer Ausgestaltung sich die vorliegende Schrift befasst, ist theoretisch einer der interessantesten und auch am meisten studierten der Elektrochemie. Die zahlreichen Arbeiten in dieser Richtung, zu denen erst in jüngster Zeit noch sehr wertvolle hinzugekommen sind, finden hier keine Berücksichtigung, — es soll das erst in einem zweiten Teile geschehen. Aber es ist von Interesse, den Wegen nachzugehen, welche die Technik eingeschlagen hat, um bezüglich der Apparatur, des Elektrodenmaterials, der ver-

wendeten Lösung, der Temperatur und der Stromverhältnisse die günstigsten Ausbeuten bei diesem Prozesse zu erzielen.

IX. Band: **H. Becker, Die Elektrometallurgie der Alkalimetalle.** gr. 8. VIII u. 135 S. mit 83 Figuren und 3 Tabellen im Text. 1904. M. 6,—.

Die Entdeckung der Alkalimetalle verdankt man der Elektrochemie; ihre Gewinnung bildet eines der ausgedehntesten Anwendungsgebiete der Elektrolyse. Die Zusammenstellung des bisher Erreichten dürfte eine willkommene Unterlage bilden für die noch weiterer Durcharbeitung harrende theoretische Behandlung der Elektrolyse geschmolzener Salze.

X. Band: **Titus Ulke, Die elektrolytische Raffination des Kupfers.** Ins Deutsche übertragen von Viktor Engelhardt. gr. 8. X u. 152 S. mit 86 Figuren und 23 Tabellen im Text. 1904. M. 8,—.

Die Gewinnung reinen Kupfers wird fast ausschliesslich elektrolytisch durchgeführt. Nur solchem Material kommen die für die Herstellung von Kabeln etc. erforderlichen Eigenschaften zu. Aber noch ein anderer Umstand hat hier fördernd gewirkt, indem die das Kupfer begleitenden Edelmetalle leicht aus dem bei der elektrolytischen Raffination erhaltenen Anodenschlamm gewonnen werden. Der Verf. der vorliegenden Schrift hatte die selten gebotene Gelegenheit, in die elektrolytischen Kupferhütten verschiedener Länder, insbesondere Amerikas, Einblick zu thun und schildert das Gesehene in sachverständiger Weise.

XI. Band: **W. Pfannhauser, Die Galvanoplastik.** gr. 8. XI u. 138 S. mit 35 Abbildgn. im Text. 1904. M. 4,—.

Eine gute und brauchbare Zusammenstellung der elektrolytischen Reproduktionsverfahren. Berücksichtigt werden Kupfer, Nickel, Eisen und die Edelmetalle.

XII. Band: **P. Ferchland, Die elektrochemische Industrie Deutschlands.** gr. 8. X. u. 66 S. mit 4 Figuren und Tabellen im Text. 1904. M. 2,50.

Wenn auch die von Werner Siemens 1879 ausgesprochenen Erwartungen für die elektrochemische Technik sich bisher bei weitem noch nicht erfüllt haben, so hat doch die Elektrolyse ein beträchtliches Gebiet bereits erobert. Stoffe, die auf elektrischem Wege gewonnen werden, sind von Metallen Aluminium, Gold, Kupfer, Silber, Zinn (die letzteren vier aus Legierungen), Nickel, Natrium, Magnesium; von anderen Elementen Brom, Chlor (Chlorkalk), Phosphor, Sauerstoff, Wasserstoff; von Alkalien Ätzkali, Ätznatron; von Säuren Chromsäure; von Salzen Natriumhypochlorit (Bleichflüssigkeiten), Kaliumpersulfat und -percarbonat; Calciumcarbid und Jodoform. Die Arbeit giebt eine wohlgelungene Übersicht über die in die Technik eingeführten Verfahren. Es dürfte aber die Bemerkung zutreffen, dass die in der organischen Elektrochemie bereits erzielten Erfolge von dem Verfasser doch wohl zu gering eingeschätzt werden.

Coehn.

(Eingegangen 15. August 1904.)

---

**Paul Hanneke, Die Herstellung von Diapositiven** zu Projektionszwecken (Laternbildern), Fenstertransparenten und Stereoskopen. gr. 8. VIII u. 128 S. Mit 23 Abbildungen. (Photographische Bibliothek XX.) Berlin, G. Schmidt. 1904. M. 2,50.

Je verbreiteter die Projektion photographischer Aufnahmen wurde, um so mehr hat sich die Herstellung von Diapositiven zu einer photographischen Spezialkunst entwickelt. Im vorliegenden Buche ist ein reiches Erfahrungsmaterial auf diesem Gebiete zusammengetragen und alle in Betracht kommenden Diapositivprozesse eingehend in gemeinverständlicher Form erörtert. Die meisten in- und ausländischen Plattenfabrikate sind angeführt und ihre photographischen Eigenschaften verglichen. Auch die Herstellung von Vergrösserungen und Verkleinerungen, von stereoskopischen Bildern und Dreifarbendrucken wird ausführlich beschrieben, was in einem Spezialwerk wie dem vorliegenden besser unterblieben wäre.

Die typischen Diapositivplatten sind heute die Chlorbromsilberplatten, aber auch alle anderen Plattensorten finden in speziellen Fällen Anwendung. So liefert z. B. der bei Diapositiven weniger übliche Pigmentprozess Bilder, die besonders wegen des grossen Spielraumes in der Farbenauswahl den gebräuchlichen oft vorzuziehen sind. Auch ist dieses Verfahren nicht umständlicher, da Diapositiv-Pigmentpapiere im Handel käuflich zu haben sind.

Riesenfeld.

(Eingegangen 24. August 1904.)

---

**Fritz Löscher, Leitfaden der Landschafts-Photographie.** 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage. gr. 8. XII u. 184 Seiten. Mit 27 erläuternden Tafeln nach Aufnahmen des Verfassers. Berlin, Gustav Schmidt. 1904. M. 3,60.

Das Buch ist für den nicht physikalisch vorgebildeten Amateurphotographen bestimmt, und behandelt in erster Linie die an den Landschaftsphotographen herantretenden kunstästhetischen Fragen. Aber auch die einschlägigen physi-

kalischen Erscheinungen werden in leicht fasslicher und sachlich einwandsfreier Weise besprochen. Besonders wird auf den Zusammenhang von Objektivbrennweite und Perspektive näher eingegangen. Verf. weist darauf hin, dass die landläufige Regel, die Brennweite betrage das $1^1/_2$fache der Plattenbreite, bei Formaten kleiner als 13 : 18 für Landschaftsaufnahmen nicht mehr zutrifft. Es empfiehlt sich vielmehr dann eine grössere als die durch obige Regel vorgeschriebene Brennweite zu wählen und nur ausnahmsweise unter 25 cm zurückzubleiben. Auch wird betont, dass es bei der Landschaftsphotographie in erster Linie darauf ankommt, durch geschickte Benutzung von Gelbscheibe und orthochromatischer Platte dem Laube den gleichen Helligkeitswert zu erteilen, den es beim Betrachten mit blossem Auge zu haben scheint. Die praktischen Anweisungen für Aufnahme, Entwicklung, Kopieren, Vergrössern etc. sind in der für photographische Leitfäden üblichen Behandlungsweise mitaufgenommen.

Riesenfeld.

(Eingegangen 24. August 1904.)

**Lavoro Amaduzzi, Il Selenio.** Bologna, Nicola Zanichelli. 1904.

Im Laufe der letzten Jahre hat das Selen wegen seiner Widerstandsänderung bei Belichtung erneute Verwendung erfahren, die in Zukunft gewiss nicht ohne praktische Bedeutung bleiben wird. Es werden daher hier in übersichtlicher Form alle unsere Kenntnisse vom Selen und seinen Eigenschaften zusammengestellt, wobei namentlich die Leitfähigkeits-Änderungen genauer behandelt werden; auch die Thermokräfte und galvanischen Elemente mit Selen werden besprochen und nach einer kurzen Schilderung der Anwendungen wird eine wertvolle Zusammenstellung von Arbeiten über Selen gegeben.

Unter den zahlreichen interessanten Details ist dem Referenten besonders aufgefallen die Thatsache, dass eine durch Röntgenstrahlen hervorgebrachte Widerstandsänderung des Selens so sehr viel langsamer wieder verschwindet als eine durch gewöhnliches Licht hervorgerufene. Diese Erscheinung steht nicht vereinzelt da, sondern wurde auch bei einer stark lichtempfindlichen Elektrode beobachtet, welche der Referent gelegentlich seiner Studien über Gaselektroden entdeckt hat. (Bose, Ztschr. f. Elektrochemie **7**, 672, 1901; Bose und Kochan, Ztschr. f. phys. Chem. **38**, 28, 1902; Kochan, Inauguraldissert. Breslau 1902; Kochan, Ztschr. f. Elektrochem. **9**, 33, 61, 79, 1903.) Beide Beobachtungen sprechen deutlich für die unverhältnismässig viel eingreifendere Wirkung der Röntgenstrahlen gegenüber gewöhnlichem Licht, und sie sind um so charakteristischer, als sie in analoger Weise bei völlig heterogenen Vorgängen sich vorfinden.

E. Bose.

(Eingegangen 4. August 1904.)

**Augusto Righi, Il Radio.** Bologna, Nicola Zanichelli. 1904.

Righi hat es hier unternommen, die Haupteigenschaften des Radiums mit Hilfe von sehr demonstrativen Experimenten unter Verwendung einer Anzahl von ihm konstruierter Apparate anschaulich zu schildern. Auch in Italien beginnt damit eine Radiumlitteratur zu entstehen, deren deutsche, französische und englische Repräsentanten erst kürzlich in dieser Zeitschrift besprochen sind.

E. Bose.

(Eingegangen 4. August 1904.)

**Ernst Ruhmer, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung, mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlen-Technik.** Nebst einem Anhang: Kurzer Überblick über die Grundzüge der Röntgentechnik von Carl Bruno Schürmayer. gr. 8 u. 312 Seiten mit 338 Abbildungen und 4 Tafeln. Leipzig, Hachmeister & Thal. 1904. M. 7,50.

Von rund 300 Seiten, die das Buch umfasst, werden 250 für die Beschreibung laut Titel gebraucht, die übrigen 50 Seiten sind Hrn. Dr. Carl Bruno Schürmayer, Hannover, zu einem kurzen Überblick über die Grundzüge der Röntgentechnik des Arztes zugewiesen. In 15 gesonderten Kapiteln schildert nun Ruhmer seinen Stoff. Es darf bei dieser Ausdehnung des Werkes kein Wunder nehmen, dass auch an seinen Inhalt weitergehende Ansprüche gestellt werden, wie an die übrigen bisher erschienenen Werke gleichen oder ähnlichen Inhalts, die den Stoff meist in mehr oder minder unglücklicher Form auf verhältnismässig kleinem Raum behandeln. Solange die Röntgentechnik besteht, sind von Ärzten und auch von Physikern einschlägige Werke erschienen, nie hat aber ein eigentlicher Fachmann, der auch ausser der theoretischen Grundlage die Fabrikation beherrscht, sich in Schriftform eingehend geäussert. Ruhmer besitzt nun zwar auch keinerlei praktische Erfahrungen auf diesem Gebiet, immerhin wäre es aber möglich gewesen, dass er seine hier fehlenden Kenntnisse durch eingehende Erkundigungen ersetzt hätte. Er hätte dann den Ruhm gehabt, ein grundlegendes Werk verfasst zu haben.

Als ich zunächst im ersten Kapitel die Einleitung las (ich ging mit grossem Interesse an die Lektüre), da mutete es mich sehr sonderbar an, meine eigenen Worte, die ich seinerzeit für den Katalog einer bekannten Firma geschrieben hatte, wörtlich übernommen zn sehen. Ich kann nicht sagen, dass ich davon gerade sehr angenehm berührt worden wäre, da man doch in der Einleitung wenigstens des Verfassers eigenes Ich zu hören wünscht. Nach der Einleitung hätte sich eine ziemlich umfassende Darlegung der theoretisch physikalischen Verhältnisse gehört, die natürlich zum Zwecke des Verständnisses der folgenden Konstruktionselemente unbedingt nötig gewesen wäre. Die theoretischen Ausführungen sind aber leider so kurz und so kindlich, dass sich daran wohl kein Mensch belehren kann. Im zweiten und dritten Kapitel werden kleine Induktionsapparate besprochen. Erst wird eine kurze, recht unvollständige Anleitung zum Bau dieser Apparate gegeben, dann werden solche Apparate, wie sie von verschiedenen Firmen hergestellt werden, an Hand der Bilder ihrer Preislisten beschrieben. Hier fehlen dem Verfasser wieder die einfachsten historischen Kenntnisse, sonst hätte er wohl die ziemlich abweichende Konstruktion Spamers, der bekanntlich nur eine Selbstinduktionsspule benutzt, gebührend erwähnt.

Das Hauptkapitel ist nun das Kapitel 4. Eine eigene, ganz hübsche Wicklungsmethode, die vom Vater des Verfassers herrührt, bildet den Anfang. Dann folgen, wohl in alphabetischer Ordnung, Abbildungen und Beschreibungen von Funkeninduktoren der Firmen, die dem Verfasser Bilder und sonstige Unterlagen zur Verfügung gestellt haben, meistens in wortgetreuer Wiedergabe. Des längeren verbleibt der Verfasser bei den Klingelfussschen Konstruktionen, ohne aber auf die schwerwiegenden Irrtümer, die sich leider in der Abhandlung dieses Fabrikanten finden, einzugehen. Dann kommen die Unterbrecher. Auch hier hat sich der Verfasser recht wenig um die geschichtliche Entwicklung gekümmert, es wäre ihm sonst wohl nicht entgangen, dass der Unterbrecher von Dr. M. Levy, der die kinematische Umkehrung meiner Turbinenunterbrecher ist, von Tesla erfunden und hier auch durch Patent geschützt ist, und es wäre wohl richtig gewesen, den wirklichen Erfinder namhaft zu machen. Es folgen dann Stromquellen, Nebenapparate und Spezialapparate für die Röntgentechnik. Den Schluss bilden Hochfrequenzströme und Resonanz-Phänomene. Alles von Klischees der verschiedensten Firmen angenehm unterbrochen resp. begleitet. Den Beschluss bildet die wenig einwandfreie Darstellung der Röntgentechnik des Arztes von Dr. Schürmayer. Zweifellos ist auf das Buch viel Arbeit und Sorgfalt verwendet und der Verlag hat sich alle Mühe gegeben, durch Ausstattung und gute Bilder dem Ganzen ein ansprechendes Äussere zu geben, aber, wenn das Werk seinem Zweck gerecht werden soll, dem Nichtfachmann zur Orientierung zu dienen, dem Fachmann als Nachschlagebuch, dann ist wohl eine vollkommene Umarbeitung des Textes eine Conditio sine qua non. H. Boas.

(Eingegangen 26. August 1904.)

## Berichtigung.

In meinem Aufsatz, Heft 19, Seite 593 ist in Zeile 15 von unten zu lesen: Meter statt mm und Seite 593, Zeile 14 von oben das Wort „induzierte“ zu streichen. A. Gockel.

## Personalien.

**(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)**

Es habilitierte sich für Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule zu Aachen der Vorsteher der Preussischen Höheren Fachschule für Textilindustrie zu Aachen Dr. phil. Siegmund Kapff.

Verliehen wurde dem ständigen Mitarbeiter beim Meteorologischen Institut in Berlin, Dr. Karl Kassner beim Centralinstitut daselbst und Dr. Johannes Edler beim meteorologisch-magnetischen Observatorium auf dem Telegraphenberge bei Potsdam der Professortitel.

Ernannt wurden der Privatdozent Dr. C. Pomeranz zum a. o. Professor der Chemie an der Universität Wien, der Privatdozent Dr. Johannes Königsberger zum a. o. Professor für theoretische Physik an der Universität Freiburg im Breisgau, der Privatdozent Dr. Paul Rabe in Jena zum a. o. Professor, die a. o. Professoren an der Universität Lausanne H. Joly (für Mathematik) und A. Dommer (für Mechanik) zu o. Professoren daselbst, der bisherige Professor an der Landwirtschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf, zugleich Privatdozent an der Bonner Universität, Dr. Sommer zum Professor für Mathematik an der Technischen Hochschule zu Danzig, der Professor Dr. Kurlbaum, Mitglied der Physikalisch-technischen Reichsanstalt zum etatsmässigen ordentlichen Professor an der Technischen Hochschule Berlin, der Privatdozent der Chemie Dr. Max Bodenstein zum a. o. Professor der Universität Leipzig.

Der o. Professor der Mathematik an der Bonner Hochschule Dr. H. Kortum ist am 27. September in Hamburg gestorben.


## Gesuche.

Gesucht für das **physikalische Institut der Universität Königsberg** ein

**promovierter Physiker**

zu sofortigem Eintritt. Bewerbungen mit Lebenslauf, Studiengang, sowie Zeugnisabschriften sind zu richten an das Direktorat des Physikalischen Instituts.

**Assistentenstelle**

sucht **Physiker** in München promoviert. Zuschriften erbeten **unter M. N. 3791 an Rudolf Mosse, München.**


Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.